



ÉTUDES GÉOLOGIQUES

SUR

LE VAR ET LE RHONE

Pendant les périodes Tertiaires et Quaternaires.

LEURS DELTAS. — LA PÉRIODE PLUVIAIRE.

LE DÉLUGE

PAR

A. DE CHAMBRUN DE ROSEMONT

Membre de la Société Géologique de France.

Ouvrage illustré de sept planches et d'une carte coloriée,
suivi de l'explication des termes géologiques employés dans le volume
et d'une table analytique.

Publié par la Société des Lettres, Sciences et Arts des Alpes-Maritimes.

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, RUE HAUTEFEUILLE, PRÈS LE BOULEVARD SAINT-GERMAIN.

1873.

PRIX : 5 FR.



LES

DELTAS DU VAR ET DU RHONE

—

LE DÉLUGE

PROUVÉ PAR LA GÉOLOGIE

Ouvrage illustré de sept planches et d'une carte coloriée,
suivi de l'explication des termes géologiques employés dans le volume
et d'une table analytique.

Publié par la Société des Lettres, Sciences et Arts des Alpes-Maritimes.

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

SUR

LE VAR ET LE RHONE

Pendant les périodes Tertiaires et Quaternaires.

LEURS DELTAS. — LA PÉRIODE PLUVIAIRE.

LE DÉLUGE.

PAR

A. DE CHAMBRUN DE ROSEMONT
Membre de la Société Géologique de France.



NICE,
IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE DE CAISSON ET MIGNON
Place St-Dominique, 1.

1873.

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

SUR LE

VAR ET LE RHONE PENDANT LES PERIODES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES.

Leurs Deltas. — La période pluviaire. — Le Déluge.

INTRODUCTION

OBJET ET PLAN DE CETTE ÉTUDE.

J'ai entrepris de décrire les phases de l'existence géologique d'une importante rivière pendant les périodes tertiaires et quaternaires, de découvrir par ce moyen ce qui s'est passé sur la terre à ces époques reculées.

Je crois qu'on peut saisir le Var dès son origine, dès l'époque même où le sol émergé a donné naissance au cours d'eau, et le suivre pendant toute la durée de son existence jusqu'à nos jours. Le Delta du fleuve nous fournira toutes les indications qui nous serviront à reconnaître et à classer les événements.

Le Var ancien a un Delta dont la masse est énorme et domine, de 500 mètres, la mer où jadis elle était plongée. Ce Delta est ruiné en partie, mais on peut facilement le restituer. Je tâcherai d'appliquer à la vallée du Rhône ce que j'ai découvert et je montrerai que, si le Delta du Var est le premier qui soit décrit en géologie, il y a lieu de croire qu'il ne sera pas le dernier.

Un ensemble de faits aussi nombreux et aussi nouveaux que ceux qu'il m'est donné d'observer dans le Var, jettera, je l'espère, quelque lumière sur l'histoire des terrains tertiaires et quaternaires, et nous fera comprendre le sens qu'il faut attacher à ces mots *époque diluvienne* et *déluge,* qu'on entend répéter si souvent et sur lesquels on est loin d'être d'accord.

Ce que j'ai trouvé me semble fournir la plus éclatante preuve de la vérité du récit mosaïque. Je n'aborde ce sujet ni en historien, ni en exégète; mais en simple géologue. C'est le marteau, le baromètre et le compas à la main, que j'ai découvert les phénomènes qui m'ont démontré le déluge; c'est la seule voix de la géologie que je veux faire parler dans mon livre. Les détails que je vais donner sont arides, mais le sujet n'en comporte pas d'autres. Une question de l'importance de celle-ci ne peut être éclairée que par une laborieuse étude.

Voulant être compris de tous, car tous nous avons intérêt à connaître la valeur historique des faits diluviens, j'ai depouillé le plus possible les formes scientifiques. La chose, du reste, m'a été facile. Il s'agit de terrains récents, je pourrais presque dire contemporains, je n'ai eu à mettre en œuvre que des choses et des idées d'un usage familier à tout le monde.

Les phénomènes dont je poursuis la recherche et la démonstration, extrêmement simples dans leurs grandes lignes, mais accomplis depuis longtemps, n'ayant laissé que des traces plus ou moins effacées et mêlées à celles de beaucoup d'autres, sont difficiles à saisir et à démontrer. Si je ne m'étais imposé l'obligation absolue de ne rien accorder à l'hypothése, de ne rien déduire que de faits bien établis, mon travail serait facile et je présenterais sans peine le tableau des événements géologiques accomplis dans la contrée. Mais pour faire un travail solidement assis, sur des bases indiscutables, je vais aborder la description minutieuse des lieux, entrer dans des détails longs et compliqués. Afin que le lecteur se reconnaisse plus facilement au milieu de ce dédale, voici le tableau des phénomènes dont je vais aborder l'étude:

1re Période. — La mer nummulitique recouvre toute la contrée entre le Cheiron et les Alpes. Elle s'étend aussi à l'Est et à l'ouest, à des distances que je n'ai pas à étudier.

2me Période. — Le fond de cette mer se relève par pression latérale, se plisse et demeure fixé à 250 mètres au-dessous de l'altitude actuelle.

Les eaux douces coulent à la surface.

La grande déclivité de la contrée nous donne des côtes situées à peu près où sont celles d'à présent.

Les vallées remplies à peu près entièrement, fournissent des masses de matériaux qui forment le premier delta.

3me PÉRIODE. — La contrée s'affaisse de 250 mètres, atteint son maximum d'immersion 500 mètres.

Les eaux douces coulent comme auparavant, mais dans des vallées moins allongées.

La côte recule un peu.

Les estuaires avancent beaucoup dans les vallées.

A l'aval des estuaires les vallées se comblent normalement au niveau de la mer avec les matériaux qui auparavant formaient le delta.

Sur le delta les galets et les sables n'arrivant plus, il se dépose de l'argile.

Puis, les lourds matériaux reviennent, couvrent les argiles et le second delta se forme.

Le moment de la grande immersion coïncide avec celui du refroidissement de la période glaciaire. L'action glaciaire est presque nulle dans le bassin du Var.

4me PÉRIODE. — Quand la contrée est à peu près complètement relevée, les eaux douces, jusqu'à ce moment inférieures de moitié comme volume à ce qu'elles sont aujourd'hui, augmentent rapidement, et nous entrons dans la période pluviaire, — celle des grands cours d'eau dont le déluge est le paroxisme.

Les variations dans le régime des eaux douces se prouvent par les variations du volume des galets et par celles des sections du lit des rivières.

Les variations des eaux douces prouvent celles du régime des pluies.

Ce que je trouve dans le bassin du Rhône, cadrant parfaitement avec ce que je trouve dans celui du Var, prouve que les phénomènes dont il est question ici sont généraux et ont une portée qui s'étend au loin.

CHAPITRE Ier

Formation du bassin du Var.

I.

Quand régnait dans le pays la période éocène, la contrée ressemblait fort peu à ce que nous voyons à présent ; la mer couvrait entre le Cheiron et les Alpes, presque tout l'espace qui forme aujourd'hui le bassin hydrographique du Var. Au nord, elle s'arrêtait à une ligne qui va de Daluis à Villars ; à l'est, elle s'étendait au loin ; à l'ouest, elle s'arrêtait aux montagnes de la Provence. Le Cheiron, appuyé sur l'Estérel, formait une île ou peut-être une presqu'île ; et les Alpes une langue de terre qui avait déjà subi bien des bouleversements et bien des soulèvements. J'espère montrer un jour, qu'ici du moins, il faut considérer ces montagnes comme remontant aux premiers âges de la géologie. La chaîne des Alpes-Maritimes est de roche cristalline; celle du Cheiron, de roche jurassique. La première a trois mille mètres d'altitude ; la seconde, seize et dix-huit cents.

Vis-à-vis des Alpes maritimes, le Cheiron joue le rôle du Jura vis-à-vis des Alpes graïes, il a la même altitude que ce dernier, et, comme lui, a borné d'un côté la dislocation de toute une contrée.

Le phénomène qui a affecté cette contrée est un de ceux qu'on appelle soulèvement par pression latérale. La théorie en est bien connue, mais les exemples en sont assez rares. Le bassin du Var n'a encore été décrit par personne, il mérite cependant de l'être et même de devenir classique, tant les phénomènes qui l'ont affecté sont bien accusés et faciles à suivre dans tous leurs détails. Je dois me contenter de les esquisser seulement dans leurs principaux traits, car c'est du fleuve que je m'occupe, et une question de l'importance de celle-ci ne peut pas s'introduire d'une manière incidente dans un ouvrage quelconque. M. Favre, dans son bel ouvrage sur la Savoie et le Mont-Blanc, a signalé dans le nord de la Savoie des phénomènes analogues ; nul doute que le soulèvement du Var ne soit avec eux en

relation plus ou moins apparente. Dans cette hypothèse, l'analogie que je trouve entre le Cheiron et le Jura acquerrait encore plus d'importance (1).

Ici, ce qui me parait certain, c'est que la chaîne des Alpes est restée immobile dans ce grand bouleversement, que le Cheiron seul a agi, et, diminuant l'aire occupée par les strates nummulitiques, a causé leur dislocation et leur relèvement. Dans ce mouvement, la chaîne jurassique a gardé l'altitude qu'elle avait auparavant.

Ce soulèvement amena dans la contrée un déplacement énorme de toutes choses; c'est lui qui donna à nos montagnes leur relief définitif, fractura les roches et causa ces innombrables surfaces de glissements que l'on voit dans l'intérieur des strates, dans les fissures des rochers et parfois même à l'extérieur. Son action me paraît avoir eu ici une influence si considérable qu'il serait peut-être à propos de reprendre une idée soutenue déjà par quelques géologues et de ne faire dater la période tertiaire que de cette grande dislocation. D'après cette théorie le terrain nummulitique devient le dernier membre de la période crétacée.

A en juger par ce que je connais de la stratification de la contrée, je crois que c'était la seconde fois déjà qu'un soulèvement par pression latérale la marquait de son cachet. Les strates crétacées supérieures avaient déjà subi les mêmes dislocations et le même resserrement entre les roches jurassiques. Celles-ci dures et résistantes les avaient broyées, redressées et serrées comme entre les mâchoires d'un étau (voir Coursegoules et Côte-Pelée, côté ouest). Une semblable répétition des mêmes faits n'a rien de surprenant.

Certains lieux de la terre semblent voués éternellement au même genre de dislocation. Du reste ici, nous sommes à la jonction de divers systèmes de soulèvements entre la Provence, les Alpes et les Apennins. Il n'est point étonnant que nous soyons dans un des lieux les plus tourmentés qu'il y ait au monde.

Malgré l'amplitude des mouvements qui ont porté à 1,000 et 1,500 mètres d'altitude des strates auparavant enfouies sous les eaux, il n'y eut point un cataclysme, mais un phénomène opérant avec lenteur. Les strates disloquées, redressées, sont disposées régulièrement, parallèlement à elles-mêmes, à

(1) Le soulèvement affectant le terrain nummulitique dans le comté de Nice ne s'est pas borné au bassin du Var et de l'Estéron, il a eu une grande action du côté de l'Est, mais il s'y manifeste sous d'autres formes.

leurs vallées, et à la masse du Cheiron. Les vallées secondaires coupent à angles droits les vallées principales, on dirait qu'une main intelligente a disposé toute chose.

C'est dans la vallée de l'Estéron entre Gilette et Roquestéron, au pied même du Cheiron, que le phénomène de plissement et de dislocation offre le plus d'intensité (voir la coupe), c'est là que les strates soulevées montent le plus haut, ont les pentes les plus raides et forment les VV les mieux accusés. C'est là que ces VV sont répétés deux fois de suite, les premiers dans la vallée de l'Estéron, les seconds dans celle du Var. Au delà ils cessent et nous n'avons plus que des surfaces parallèles engagées à moitié les unes sous les autres. Entre Puget-Théniers et La Croix, j'ai compté jusqu'à neuf fois la même couche qui se répétait.

On comprend, sans peine, qu'un semblable état de choses ait produit, à côté des grands fragments qui sont restés intacts et ont constitué des montagnes, une fragmentation extrême de toutes les roches et surtout de celles qui sont les moins résistantes. Aussi les vallées se remplirent, les débris montèrent très-haut et les rivières, dans les premiers moments, durent rouler des masses énormes de matériaux. La quantité qu'elles en ont accumulée dans le Delta ne doit pas nous surprendre.

C'est l'état de dislocation d'une contrée, et surtout la fragmentation de ses roches, qui détermine la rareté ou l'abondance des galets dans un cours d'eau. Ainsi la suite de cette étude nous montrera que le Loup et la Cagne, rivières voisines du Var, mais circulant dans le Cheiron, n'ont point de galets. Les roches du Cheiron sont peu tourmentées, les vallées n'y sont que des fissures où les strates se présentent par la tranche et où l'érosion est imperceptible.

II.

Le phénomène de dislocation du bassin du Var, si bien accusé à son centre de l'Estéron, ne s'est pas étendu au loin. Il dessine autour de ce point un arc de cercle très-surbaissé au nord. A l'ouest, il s'étend à vingt-cinq kilomètres, atteignant le méridien d'Escragnoles, un village célèbre par ses failles et ses fossiles, qui comprend toute la vallée de l'Estéron, celle du Var jusqu'à Daluis, s'infléchit devant l'obstacle du massif des Alpes, et raccourcit son rayon au point de n'avoir plus

en cet endroit que huit ou dix kilomètres. A l'Est, il reprend toute son étendue, embrasse la partie basse de la Vésubie et le bassin du Paillon.

En jetant les yeux sur une carte (1), on reconnait que l'aire du phénomène comprend le bassin hydrographique du Var, à peu près entier, c'est-à-dire les vallées de l'Estéron, du Var, de la Tinée et de la Vésubie. La haute Tinée et la haute Vésubie seules restent en dehors, elles appartiennent à la chaîne des Alpes. Elles existaient déjà quand le Var proprement dit était encore un bras de la mer nummilitique.

Elles avaient sans doute alors chacune un petit cône de déjection dans la mer, un Delta. Celui de la Tinée pouvait être vers Clans ou mieux vers Saint-Sauveur; s'il était vers le premier de ces villages, il a complètement disparu; si, au contraire, il était vers le second, on pourrait peut-être le reconnaître dans un dépôt qui existe au nord de ce village; mais, en ce point, il se confond avec celui de la période pliocène que nous étudierons plus loin. Le Delta de la Vésubie était aux environs de Lantosque; il a rempli toute la vallée entre Cluos et la Bollène; et, comme celui de la Tinée, il se confond avec celui ou ceux qui se sont formés pendant l'époque pliocène. Dans la masse de ces terrains, on trouve des tranches qui sont décomposées et forment des gypses. Ce phénomène n'est pas rare dans le reste de la contrée.

III.

L'altitude, à laquelle se fixa le sol dans son soulèvement, est difficile à préciser, parce que la contrée comprend des hauteurs de quinze cents mètres et des vallées creusées jusqu'à cent-trente mètres au-dessus de la mer. La moyenne entre ces deux points ne nous indiquerait rien de certain; j'aime mieux chercher le point où est monté le remplissage des vallées.

Une localité qui s'appelle Lissards me paraît être restée dans les conditions où l'avait mise le plissement de la contrée, elle offre le V le mieux rempli de roches friables qu'on puisse trouver, et est située dans l'axe même de la vallée de l'Estéron. Un accident dans la cassure a repoussé les eaux vers le sud

(1) Voir la carte de Comte-Grand-Champs, publiée aux frais du département, Paris 1865.

et déterminé jusqu'à nos jours la conservation de ce précieux témoin du remplissage primitif. Ce point dessine un petit plateau qui s'aligne sur les villages de Gilette et de Roquestéron, partie supérieure. Son altitude est de six cents mètres au-dessus de la mer et quatre cents au-dessus de l'Estéron.

IV.

Dans ces conditions, le relief de la côte dans le golfe de Nice était modifié comme il suit: le mont Boron était un écueil couvert d'eau, la vague battait le pied du mont Vinaigrier, Cimiez était sous l'eau ainsi que la vallée du Paillon presque toute entière. Celle du Var, à cause du remplissage que j'ai signalé tout à l'heure, n'était pas envahie plus haut que Saint-Martin où se trouvent les dernières traces du banc d'argile bleue dont nous parlerons plus tard. Antibes était sous deux cents mètres d'eau; mais les hauteurs de Vallauris, qui y confinent, dessinaient la partie ouest du golfe. Ainsi, au niveau de l'eau, il y avait peu de changement sur la côte, le golfe avait la même courbure, presque la même superficie, sa profondeur était beaucoup plus grande, et nuls galets, sables ou alluvions ne l'encombraient encore (voir la carte du département et celles de la Marine pour les cotes de profondeur et les coupes).

Dans cet état, comme du reste dans celui d'à présent, le golfe de Nice dessinait une cuvette profonde et parfaitement abritée qui était apte à recevoir et à conserver tout ce que le Paillon, la Cagne et le Loup pouvaient lui apporter. Je cite ces trois derniers pour mémoire, car le Paillon paralysé pour longtemps par l'immersion, n'était qu'un fiord tortueux. Les deux autres, je le montrerai plus loin, n'ont jamais eu de galets et très-peu d'alluvions. C'est donc le Var seul qui s'est trouvé en présence de l'espace à remplir, et qui l'a rempli. Les roches, qui constituent le golfe de Nice, sont à peu près exclusivement d'un calcaire blanc très-dur qu'on appelle sub-crystallin et qu'on rapporte à l'étage corallien. Elles dessinent presque partout des escarpements très-prononcés, qui, grâce à cette disposition, ont toujours plongé leurs bases dans la mer, quel qu'ait été le niveau de la contrée. La ligne de l'Est est la plus accusée, celle de l'ouest cesse de l'être à partir de St Jeannet jusqu'à la mer.

V.

Le faible courant marin, qui existe dans le nord de la Méditerranée, existait sans doute dans ces temps reculés, et formait dans le golfe de Nice — ce qu'il forme encore aujourd'hui — un remous allant de l'ouest à l'Est, tandis que le courant va de l'est à l'ouest. Le courant, non plus que le remous, n'ont rien apporté, ni rien enlevé; leur action s'est bornée, alors comme aujourd'hui, à pousser légèrement les dépôts vers l'est et à déterminer ainsi de ce côté les abruptes que nous y remarquons plus que partout ailleurs. J'insiste sur ce point et j'y reviendrai encore; car, en étudiant les dépôts alluviaux du golfe de Nice, il est de la plus haute importance de savoir qu'ils sont tous dans le golfe et y sont seuls, que rien d'étranger, aucun apport marin ne s'est mêlé à eux et qu'ils n'ont pas rempli tout l'espace qui semblait disposé, comme à dessein, pour les recevoir.

VI.

Si nous connaissions le fond de la mer dans le golfe, nous pourrions cuber les alluvions avec une parfaite exactitude; mais il ne nous est donné que de deviner à peu près ce qui existe en dehors des points qu'embrassent nos regards. Les sondages qu'on a faits dans le golfe de Nice nous indiquent un plateau parfaitement régulier dont la profondeur est de 267 mètres. C'est le seul que je connaisse dans tout le comté de Nice. Cette régularité du fond de la mer comparée à l'indicible dislocation de la contrée pourra peut-être donner lieu à de curieux rapprochements stratigraphiques, mais à coup sûr, elle confirme une fois de plus, ce que j'ai déjà dit ailleurs, que la côte est une immense faille dont la lèvre nord est relevée à 1000, 1500 et 1800 mètres au-dessus de la lèvre sud. Les dislocations ont extrêmement bouleversé la lèvre nord, la lèvre sud parait bien moins disloquée. Le golfe de Nice est dû à l'arrêt ou à la déviation de la faille par les massifs du Cheiron et de l'Estérel, et au croisement de la ligne de cassure qui a ouvert les étroits couloirs, par lesquels ont coulé la Tinée et la Vésubie et qui a détaché le mont Chauve de la masse du Cheiron.

C'est, comme malgré moi que ces aperçus de stratigraphie générale de la contrée reviennent sous ma plume. Je ne veux pas les traiter avec les développements qu'il faudrait, ce serait sortir de mon sujet et je ne puis pas non plus les passer complètement sous silence, ce serait une lacune.

Les points importants qui dessinent l'enceinte du golfe de Nice sont : le mont Boron, caché sous les eaux pendant la période de la première immersion, mais aujourd'hui émergé de 215 mètres ; le mont Chauve, 854 ; les hauteurs de Levens, 584 ; les rochers de Gilette, 527, derrière lesquels se dresse le mont Vial, 1550 ; la masse puissante du Cheiron, 1200, qui à elle seule forme presque tout le côté ouest de l'entrée de la gorge du Var ; enfin les montagnes de 300 mètres à peu près qui vont de St-Jeannet, au pied même du Cheiron, jusque vers Vallauris et se terminent par le cap d'Antibes dont le phare domine la mer de 73 mètres. Pendant la période de la première immersion la côte s'arrêtait aux sommets de Vallauris.

VII.

Pour me conformer à l'usage, j'appelle Var le cours d'eau qui coupe le Delta et l'a formé autrefois de ses alluvions; mais je dois dire que cette expression, géologiquement n'est pas juste. Des diverses branches dont se forme le Var, c'est la Tinée qui aurait dû donner son nom à toutes les eaux, car seule elle garde sans l'altérer le caractère distinctif du fleuve, et elle apporte à la masse commune un volume égal à celui du Var.

Il doit y avoir là quelque fait ethnologique que l'archéologue saura découvrir et qui nous montrera que cette terre provençale par la géographie, ne l'est pas moins par la race des hommes qui l'habitent.

Les vallées, qui constituent le bassin du Vár, et dont j'ai déjà donné l'énumération, répresentent une superficie totale de de 2,665 kilomètres carrés ou 2,665,000,000 de mètres carrés.

Ce que les eaux ont enlevé sur cet espace, gît maintenant sur celui qu'occupe le Delta.

VIII.

Les trachytes existent dans l'immense cuvette constituant le

golfe de Nice, en quelques autres endroits du voisinage. Leur rôle dans la contrée et dans le delta est trop considérable, leur mélange avec les galets trop intime pour que je ne les mentionne pas avec quelques détails (1).

Ils se voient à Antibes, Biot, St-Julien, Villeneuve, Bastide-Longue, la Gaude (d'après Villeneuve-Flayosc), le bord ouest du Var, en face de St-Isidore, le Cros de Cagnes. On voit des traces de leur voisinage entre St-Jean et Beaulieu (2); enfin ils ont une certaine importance au Cap-d'Aille (voyez la description que j'en ai donnée, Soc. Géol. 1872). C'est peut-être leur voisinage qui a produit par métamorphisme les plâtres de Cimiez et St-Blaise, etc., dolomifié les roches en un grand nombre de points, qui les a fragmentées et a poli les surfaces qui se sont formées dans leur intérieur.

J'ai cru reconnaître deux éruptions différentes. La première est post-éocène et contemporaine du relèvement du bassin du Var par pression latérale; la seconde date de la période diluvienne et clot le mouvement de relèvement de la contrée, mouvement qui n'a rien disloqué dans la région. La première est très-considérable, la seconde l'est très-peu.

Dans la vallée du Mardaric, au nord de Biot, le trachyte recouvre le terrain éocène le mieux caractérisé par les fossiles. Ces fossiles sont des Nummulites papyracéus et sella, Cidaris serratus, etc.,. dans le delta, la roche éruptive est recouverte par les galets qui sont miocènes. C'est le trachyte qui a dévié le Malvan et le Loup vers leurs embouchures.

A Biot, côté Est, l'éruption de la seconde époque a soulevé un banc de calcaire que je regarde comme post-pliocène, et l'a métamorphisé avec ses fossiles. A Villeneuve, elle a déplacé des bancs d'argile de la même époque.

Quand sur une carte on examine la position des divers affleurements de ces rochers, on reconnaît qu'ils s'alignent en demi-cercle, et que leur centre est dans la mer, au point de rencontre du méridien de Villefranche et de la parallèle d'Antibes. Faut-il voir là un immense cratère de 20,000 mètres de rayon? Faut-il considérer ce cratére comme cause des bouleversements

(1) Autrefois on appelait ces rochers des mélaphyres, depuis 1850 le nom trachyte paraît prévaloir dans les Mémoires de la société géologique de France.

(2) Ces traces consistent en une espèce de vitrification et scorification de veines du terrain crétacé supérieur. Le trachyte doit être à une faible distance des roches ainsi métamorphisées.

énormes que nous trouvons partout ici?

Si le trachyte n'est pas cause, il est au moins effet, car sa contemporanéité avec la dislocation de la contrée est par trop manifeste.

Ainsi la roche éruptive apparaît quand la masse entière du Cheiron se déplace vers le nord. Elle est située en arrière du point qui a le plus pressé sur les strates du bassin du Var. Elle est précisement à la rencontre de l'immense cassure de la Tinée et de celle de la côte, qui est plus immense encore. Enfin elle gît en maints endroits, sous les strates épaisses des terrains sédimentaires.

Si le trachyte n'a pas ouvert les fissures qui sont la conséquence de pareilles dislocations, il a tout au moins passé au travers.

Son apparition a eu lieú sous les eaux. Les conclusions de cet ouvrage vont l'établir de plus en plus, et l'examen des roches elles-mêmes me paraît en témoigner d'une manière assez claire.

Du reste, je dois le répèter encore, dans tous ces immenses mouvements de 500 mètres d'amplitude, la contrée n'a subi aucune dislocation. Celle qui a suivi la période éocène et dont j'ai parlé, est la dernière dont je retrouve ici la trace. L'immersion et l'émersion de la contrée ont été produites par un mouvement qu'on peut comparer à une lente oscillation. La dernière phase de ce phénomène fut le relèvement de 20 mètres de la côte, qui eût lieu à peu près au moment du déluge et que l'on reconnaît à Monaco, Villefranche, l'embouchure du Var, Biot, etc., je ne connais pas de roche éruptive qui soit de cette époque

CHAPITRE II.

Le Var. Son cours. Son delta.

IX.

Les choses étant disposées comme je l'ai dit dans le chapitre précédent, les premières pluies qui tombèrent sur le sol amenèrent la formation de ruisseaux dans le fond des vallées et conduisirent dans la mer les premières alluvions.

En m'exprimant ainsi, je préjuge une des graves questions de ce chapitre; j'affirme, sans l'avoir encore prouvé, que c'est le Var et non la mer qui a amené les immenses masses de galets qui remplissent l'intervalle circonscrit par les rochers dessinant le golfe de Nice, ancien et moderne. Mais je ne m'aventure point autant que j'en ai l'air, car cette disposition des choses et des lieux qui me permet dans ma description de me servir des mots d'alluvion pluviale est un argument en faveur de ma démonstration. La géologie ne nous fournit que bien rarement l'occasion de préciser les choses avec la rigueur mathématique. Montrer la nature à l'œuvre, agissant par les procédés simples et ordinaires, c'est le plus souvent la seule démonstration qu'on puisse donner.

Voici le tableau de ce qui se passait alors dans la contrée. La période de dislocation qui termina les temps éocènes pour ouvrir les temps miocènes finissait. Les vallées étaient pleines de débris à une grande hauteur et malgré l'abaissement de la contrée à 250 mètres au-dessous du niveau actuel, dominaient la mer de près de 300 mètres. C'est par des rapides, ou peut-être par des cascades, que le Var se jetait dans le golfe de Nice.

Les premières alluvions s'amoncelèrent dans l'étroit couloir qui de St-Martin s'étend jusqu'à Carros et Aspremont, puis gagnèrent de proche en proche et allèrent jusqu'au niveau de St-Isidore. Elles formèrent d'abord un véritable cône de déjections que la mer nivela, dont elle fit un plateau immergé de quelques mètres seulement sous les eaux et que j'appelle delta, nom qu'il mérite par sa position à l'embouchure d'un grand cours d'eau et par sa forme triangulaire.

En pénétrant dans les détails de cette immense formation nous allons voir comment chacun d'eux confirme ce que j'avance, savoir que c'est réellement le Var et le Var seul qui a tout apporté.

Le Var traverse son delta depuis son origine jusqu'à la mer; il y a fait une large et profonde coupure et est en train de former à sa nouvelle embouchure un nouveau delta dont l'analogie avec l'ancien est frappante malgré la différence des volumes et des altitudes.

X.

Les galets que le Var aujourd'hui roule jusqu'à la mer sont

minéralogiquement identiques à ceux qui constituent les strates du delta ancien, le volume est différent. Je dirai plus tard ce qu'il en faut conclure, mais la matière est la même et cette matière est celle qui constitue les roches du bassin du Var. Ces roches ne sont pas homogènes, ni les galets non plus, mais la proportion entre les matières reste, dans le fleuve et le delta, ce qu'elle est dans la contrée.

La grande masse des galets est de calcaire blanc subcrystallin, noir, compact, gris, grezeux, glauconieux, jaune légèrement tirant sur le vert, parce que les roches abondant dans la vallée et constituant la grande masse des montagnes appartiennent aux étages jurassiques, crétacés, éocènes qui ont toutes ces couleurs et toute cette variété de composition.

Ce sont elles qui forment la vallée de l'Estéron, celle du Var presque entière, celles de la Tinée et de la Vésubie dans les parties inférieures de leur cours.

Le trias peu développé dans le bassin a donné peu de galets dans le delta, mais on les voit facilement à cause de la vivacité de leur couleur rouge. Entre le trias et le granite, il y a de minces bandes de roches métamorphisées, elles ont fourni très-peu de galets. Enfin, le gneiss, le granite, la protogine et le porphyre ne sont représentés dans le delta que par un contingent inférieur à ce qu'il devrait être, si on tenait un compte rigoureusement exact de la surface qu'ils occupent dans le bassin du Var. Comme ces roches sont les plus éloignées et que le gneiss est peu résistant, il s'en suit que leurs galets sont très-usés par la longueur du chemin et qu'ils arrivent au delta, nombreux, mais petits.

Les autres rivières qui se jettent dans le golfe de Nice ont aussi des deltas ou tout au moins des alluvions anciennes, et chacune a ses galets qui lui sont propres et sont en complète analogie avec ce que devaient donner les roches de chaque vallée. Je ne dirai rien du Loup ni de la Cagne, qui ont mêlé leurs alluvions à celles du Var et n'ont fourni aucun galet.

La Brague a transporté très-peu d'alluvions et de galets, mais le peu qu'elle a fourni, répandu entre Biot et la mer ne peut en rien se confondre avec les alluvions du Var.

Le Paillon, pendant un temps relativement court, a fourni beaucoup de galets. Son delta n'est plus qu'une ruine que je restituerai plus loin, mais les alluvions qui le constituent et qui sont presque accolées à celles du Var, ne leur ressemblent en rien et sont en rapport frappant avec les roches de la vallée.

Si un courant unique avait transporté tous ces galets, comment aurait-il si bien trié les roches pour les déposer à l'ouverture de chacune des vallées qui les produisent. Si la mer avait amené les masses de galets que nous étudions, la baie de Villefranche en serait comblée et la côte en aurait partout. Or, elle n'en a qu'à Menton et surtout à Vintimille, à l'embouchure de cours d'eau qui sont dans des conditions géologiques identiques à celles du Var. Si dans le golfe Jouan il n'y a que des sables, c'est que la Siagne en amène et n'a jamais amené autre chose.

La mer, réduite à ses seules forces, ne produit ni galets, ni sables, elle dissout plutôt les roches (les environs de Menton en offrent de curieux exemples). Elle use les galets, les réduit par un frottement incessant en parcelles impalpables. C'est à ces parcelles, qui restent suspendues dans les couches inférieures de l'eau, qu'il faut attribuer la coloration blanche de la mer sous l'influence de certains vents, dans le golfe de Nice.

Le galet subit par l'action de la vague un transport qui consiste : 1° à aller du point amont du delta à son extrémité où il s'engloutit définitivement et forme les strates intérieures que j'aurai l'occasion de signaler plus tard. 2° A suivre la côte et à aller de l'embouchure sur les rivages voisins. Ordinairement, quand une rivière a des apports abondants, comme c'est le cas du Var, son embouchure dessine une saillie sur la côte, cette saillie est sans cesse alimentée par le fleuve et sans cesse diminuée par la vague dont le va-et-vient continuel rejette une partie des galets sur les côtés, et les use plus ou moins rapidement.

Pendant l'hiver 1872-73, le Paillon et le Var, sous l'influence de crues prolongées plus qu'à l'ordinaire, ont augmenté sensiblement leurs deltas, mais la vague pendant les saisons sèches, continuant son travail d'usure des galets, rétablira les choses dans leur état normal.

Pour ne pas y revenir plus tard, je dirai encore ici que ce mouvement du galet est la cause de l'absence complète de fossiles dans le delta du Var.

Le banc d'argile bleu et de sable jaune mis à part, je n'ai trouvé dans tous les galets du delta qu'un seul débris de fossiles *(pecten subplicatus)* du côté de Cagnes, à l'extrémité de la formation, dans un point où l'éloignement du Var permet de croire à un calme tout au moins intermittent.

XI.

Dans son ensemble le delta du Var est un plateau; vu à distance, d'Antibes par exemple, ou même du mont Boron, il en offre l'aspect le plus saisissant. En pénétrant dans l'intérieur de cette formation qui parait si régulière, on reconnaît qu'elle est profondément ravinée, je dirai même déchiquetée, mais avec une régularité qui dénote l'action d'un agent unique. La contexture du plateau n'en est point modifiée. Les déchiquetures sont de profondes et étroites vallées à flancs escarpés, parallèles entre elles, allignées du nord au sud (1). Pour retrouver le plateau, il suffit de considérer dans leur ensemble les longues collines qui forment les vallées. Comme elles sont parallèles, également hautes, soudées à la façon de rameaux sur des troncs communs et semblables à elles-mêmes, il est facile de les rapprocher. Ces troncs sont presque perpendiculaires aux longues collines, parallèles entre eux et de hauteur différente, mais ils ont tous leurs sommets dans un même plan qui est aussi celui des sommets des longues collines. J'appellerai les troncs dont je viens de parler des *seuils* à cause du rôle qu'ils ont joué dans l'érosion du plateau et que je décrirai plus loin.

Le plan que dessinent tous ces reliefs a une pente d'ensemble du nord au sud qui est de 1, 60 pour cent. La terminaison sur la mer varie un peu dans l'angle qu'elle dessine avec l'horizon, mais, en moyenne, elle est de 40°. A l'est, au-dessus de Nice, elle est plus forte; à l'ouest, elle est plus faible. Au milieu, dans le voisinage du Var, par suite d'érosions dont je parlerai ci-après, elle a un angle très-inférieur à 40°.

Ce plateau ne commence pas tout-à-fait à la mer, il en est séparé par une étroite plage. C'est très-près de son extrémité sud que le plateau acquiert une altitude de 180 mètres, que je regarde comme étant celle qu'il avait primitivement. En ceci je me base sur ce que l'érosion a porté surtout sur les parties à l'amont de Colomas, qui sont presque complètement emportées, que celles de l'aval sont, sinon intactes, au moins assez bien conservées pour qu'on puisse en prenant une moyenne arriver à la hauteur primitive. Si on part de ce chiffre de 180 mètres, et qu'on prolonge la ligne au nord, on arrive à passer par le point culminant de la Bégude, 350 mètres et par le bas du diluvium de Levens 500 (voyez la coupe). Cette ligne donne

(1) Voyez la carte.

avec l'horizon l'inclinaison générale de 1,60 pour cent identique à celle du delta en formation sous la mer à l'embouchure du Var. Entre ces deux deltas du reste, l'analogie ne s'arrête pas là, elle se complète par l'identité des angles dessinant les talus terminaux.

La superficie occupée par le delta est de 13 kilomètres sur la côte, 20 dans l'intérieur des terres, ce qui représente 153 kilomètres carrés.

Par rapport au Var qui coupe en deux son delta, ces 153 kilomètres se répartissent ainsi : 99 sur la rive gauche, 41 sur la droite, 13 au centre occupés par le fleuve ou le large chenal qu'il s'est creusé jadis.

XII.

Connaissant la superficie du delta, il nous convient d'essayer de cuber toute la formation, c'est une entreprise qui ne nous donnera pas un résultat précis, mais seulement une approximation. Elle serait puérile, s'il ne devait pas en résulter la démonstration d'une importante vérité géologique. Les faits dont il s'agit sont tellement considérables que mes calculs, malgré leur imperfection, les embrassent encore et nous font entrevoir à peu près ce que nous cherchons.

Je suppose le delta ancien complet et vierge encore d'érosions. Je le limite à l'abrupt terminal et laisse en dehors la banquette HB formant une plage au bord de la mer de 13 kilomètres carrés et j'ai la figure AEFM de la coupe IX; dans cet état, le delta a une épaisseur moyenne de 375 mètres qui, multipliés par les 140 kilomètres carrés restant après la soustraction ci-dessus, donnent : 375 × 140,000,000 = 52,500,000,000 mètres carrés.

Pour m'éloigner le moins possible de la vérité, il faut ajouter à cette quantité celle qui représente l'épaisseur de la vase grise couvrant le fond du golfe et celle que contient le plat-fond de la cuvette encaissante. Ce plat-fond, dessiné par une grande faille, doit être creux au milieu.

Ne pouvant ici rien saisir avec certitude, je fixe arbitrairement une quantité; soit le dixième du cube total du delta reconnu, et j'ai 5,250,000,000 m.c. Les ajoutant aux 52,500,000,000 que j'ai déjà, j'arrive au total de 57,750,000,000 m. c. qui représentent la masse alluviale du delta. Si nous divisons cette quantité par la superficie nous avons 57,750,000,000: 2,665,000,000

= 29,13, ce dernier chiffre représentant une tranche de matière perdue par le bassin du Var et gisant actuellement dans le delta.

Mais cette tranche n'est pas tout, car nous n'avons ici que les matériaux lourds, les galets, les graviers, les sables et un peu d'argile. Les limons légers qui se dissolvent dans l'eau, la colorent et flottent dans le courant ne sont pas restés dans le delta, ils sont dans le golfe de Nice et plus loin encore. Les moyens d'investigation dont nous disposons ne peuvent pas les atteindre. Leur masse est considérable. D'après les sondages marins, nous savons qu'elle tapisse tout le golfe et s'étend plus loin encore sous la forme de vases grises d'une épaisseur indéterminée.

Quand la crue du Var dure quelques jours, la mer se trouble jusqu'à la hauteur de Nice; si elle se prolonge huit ou dix jours, l'eau trouble atteint la hauteur du cap Ferrat. Au printemps de 1872, après trois semaines de pluies, j'ai vu les boues du Var déborder la presqu'île de St-Hospice et s'étendre très-loin du côté de l'est. L'eau boueuse va peu du côté d'Antibes, à cause du remous qui la repousse du côté opposé.

Depuis que le bassin du Var est émergé, que ses eaux coulent dans la mer, le golfe reçoit ces dépôts vaseux. Nous verrons plus loin qu'ils ont subi quelques modifications de couleur et de nature. Mais tout ce que j'en pourrai découvrir ne nous apprendra pas quelle quantité de matériaux ils représentent.

D'après ce qu'un savant ingénieur a observé au moment de l'établissement des digues pour le colmatage des bords du Var, la masse des alluvions légères, qui flottent dans les eaux, est énorme. Je crois que, dans cette circonstance, on l'a exagérée: aussi je ne citerai aucun chiffre; mais quelle que soit la quantité à laquelle on s'arrêtera, elle dépassera de beaucoup la masse des matériaux lourds, graviers, sables, etc. Dans ces conditions, il faut augmenter beaucoup aussi la tranche des ablations de terrain dans le bassin du Var et arriver peut-être au chiffre de 100 mètres.

Ce résultat, quelque énorme qu'il soit, ne nous donne pas un abaissement de 100 mètres pour l'ensemble du plan de la contrée. Les ablations de terrain ont porté exclusivement sur les vallées. Les sommets n'ont rien ou presque rien perdu. Dans un soulèvement comme celui du bassin du Var, si quelques parties meubles sont tout d'abord portées très-haut, elles ne restent pas, et, avant la fin du phénomène, elles tombent au fond du vallon; du reste l'érosion, que j'ai précédemment constatée

est plus que suffisante pour fournir le cube de matériaux nécessaires à la formation du delta et au colmatage du golfe de Nice.

S'il m'était permis de généraliser cette observation, je dirais qu'on est souvent porté à exagérer l'action des pluies et qu'elles n'ont pas usé nos continents autant qu'on le prétend.

XIII.

Le Var, coupant en deux son delta de La Roquette St-Martin à la mer, a d'abord rencontré les roches encaissantes de la paroi ouest qui l'ont obligé à les contourner, il les a mises à vif presque partout jusqu'à Gattières. En face, il a attaqué avec une violence extrême les strates de son delta. C'est là que se trouve la partie la plus ruinée, celle qui dans la coupe n° IX se remarque entre Colomas et St-Martin. C'est là que nous étudierons l'action des eaux diluviennes du Var. A partir de ce point, le fleuve, débarrassé de toute contrainte, gagna la mer par une ligne presque droite et se creusa un lit trop large aujourd'hui, mais très-régulièrement coupé dans les bancs de galets. En allant à la mer, le Var s'est infléchi un peu vers l'est, le mouvement est si faible, que je ne le remarquerais pas si cette courbure ne devait s'accentuer davantage dans les autres cours d'eau et vallées déchiquetant le delta, et devenir un de leurs caractères dominants. Il faut reconnaître, en ceci, l'influence d'un fait général dont voici peut-être l'explication.

Le delta est stratifié dans son intérieur (voir les planches et la coupe IX); ses strates inclinées de 20° à 45°, suivant la pente générale du plateau, sont toujours coupées à angle droit par l'axe des vallées. Elles ont influencé les ruisseaux qui se formaient dans leurs flancs et les ont constamment dirigés dans le sens de leur pente. Le Var qui avait beaucoup d'eau, a moins que les autres subi cette influence.

XIV.

Colomas est un des points les plus importants du delta; c'est là que le Var, arrêté par la masse de ses alluvions anciennes, se dévia sensiblement. Ce point devait forcément se rencontrer ici, comme il se rencontre dans toutes les

alluvions de ce genre. En effet, quand un cours d'eau débouche, par un étroit canal, dans un espace ouvert où les eaux sont relativement calmes, les alluvions, en s'accumulant, s'entassent surtout en face du chenal d'arrivée. Plus tard, quand les eaux baissent, trouvant en ce point une résistance plus grande qu'ailleurs, elles le contournent et le rongent. Si les choses durent, ou si la violence est assez grande, elles finissent par l'emporter lui aussi, mais seulement au moyen d'érosions latérales. Ici, le temps mais non la force a manqué au Var; et si le massif de Colomas a résisté, ce n'est pas sans avoir été fortement attaqué.

XV.

Le Var a une pente de cinq millimètres par mètre, les autres cours d'eau du delta en ont une de 18 à 22. Ce qui a réduit celle du Var, c'est qu'il a gardé jusqu'à présent des eaux qui ont réglé son radier sur la pente générale de la contrée. Il partage cette manière d'être avec le Loup et la Cagne dont les pentes se rapprochent beaucoup de la sienne. Les autres cours d'eau, à sec depuis longtemps, ont laissé leur radier dans l'état incomplet de creusement où il était quand les grandes érosions ont pris fin.

XVI.

L'infléchissement du delta vers l'est est un fait trop considérable, pour que je le laisse passer, sans en tirer les enseignements qu'il renferme. La cause qui l'a produit est celle qui, aujourd'hui encore, pousse dans le même sens les apports du Var formant le nouveau delta sous les eaux de la mer: c'est-à-dire le remous ouest-est du grand courant nord de la Méditerranée qui va de l'est à l'ouest. Les alluvions vont du point d'émission au point d'arrêt, qui est l'extrémité du plateau, sous l'influence du courant marin combiné avec ce qui reste de l'impulsion du courant du Var et de l'agitation superficielle. (1) La même direction dans le delta ancien et dans le delta nouveau nous

(1) Il est important de ne pas confondre le courant marin qui agit sur les alluvions circulant sous une faible tranche d'eau dans le delta et l'action des vagues qui obéissent au vent et portent le galet côtier tantôt d'un côté et tantôt d'un autre. Cette action ne s'exerce pas au-delà de quelques mètres de profondeur.

révèle les mêmes phénomènes, par conséquent le même courant marin. Pour avoir le même courant marin, il faut avoir le même état de choses dans la Méditerranée : même disposition des côtes et à peu près même relief. J'aurai à signaler tout à l'heure des affaissements et des exhaussements de plusieurs centaines de mètres. Il faut croire qu'ils n'ont pas affecté sensiblement l'équilibre des eaux, ni celui des choses à la surface de la contrée. Si je parviens à prouver qu'ils ont mis un temps considérable à accomplir leur révolution, je les réduirai à n'être que les analogues des phénomènes qui se passent tous les jours à notre insu. Ce que j'avance est peut-être hasardé; mais je n'hésite pas, car en géologie simplifier les choses, donner de la durée aux phénomènes, les montrer passant des uns aux autres par des nuances insensibles, c'est serrer de près la vérité. Les périodes miocènes et pliocènes sont, on l'a dit depuis longtemps, l'aurore de l'époque géologique actuelle.

XVII.

Sur la rive droite, la masse du delta a été à peine effleurée par le Loup qui l'a contournée d'abord et enfin coupée à l'aval de Villeneuve sur une très-petite étendue.

Le Malvan descendant de Vence a rencontré les galets vers St-Paul. Un peu plus loin rejeté par les trachytes de Villeneuve, il a tourné à l'est et rejoint la Cagne vers son embouchure. Le cours du Malvan suit à peu près la limite des alluvions du Var, il ne quitte guère les argiles dont j'aurai à parler plus loin avec grands détails. L'arrêt des alluvions de ce côté est important à signaler (voyez coupes fig. 5, 6 et 7). Il marque de ce côté la limite extrême du delta et témoigne que les matériaux un peu lourds, versés dans le golfe de Nice, ne sont pas venus jusque là.

La Cagne a coupé les alluvions du delta. Comme elle a toujours coulé, son chenal est ouvert en ligne droite jusqu'à la mer, ainsi que le Loup, elle n'a jamais eu de galets, elle n'a roulé que ceux du delta du Var, qu'elle a rencontrés devant elle et les a rejetés à l'ouest, dans la mer, pour former le banc de la gorge du Loup, que le Loup a coupé plus tard. Ce qui à forcé la Cagne à rejeter ces alluvions à l'ouest, c'est que, se trouvant en concurrence avec le Var pour verser ses eaux dans la mer, la petite rivière avec ses petites alluvions a été déviée par la grande.

Le vallon des Vaux qui naît dans les strates du delta est un des types des érosions de ce genre. Il se courbe à l'est, se bifurque vers l'amont en de nombreux rameaux, et a des bords escarpés, même verticaux en quelques endroits. Le radier suit à cent mètres en-dessous le niveau des deux collines allongées qui dessinent le ravin. Pour lui comme pour les autres la pente est de vingt-deux millimètres par mètre.

On ne voit de l'eau dans le lit du ruisseau qui se trouve au fond de ce ravin que dans les cas de très-grande pluie.

Sur la rive gauche du Var, les petits ravins qui, des hauteurs de Ginestière, descendent à la mer, ne méritent aucune mention.

Le Magnan est le vallon le plus important du delta. Il a de l'eau toute l'année dans la partie haute de son cours. Autrefois il en a eu plus que tous les autres; aussi sa pente n'est-elle que de dix-huit millimètres par mètre. Sa largeur est plus considérable que celle des autres, et les abruptes de ses bords sont très-escarpés. J'aurai à revenir sur quelques-uns des phénomènes de l'érosion du Magnan.

De la Mantéga et du St-Barthélemy, je n'ai rien à dire de particulier, si ce n'est que leurs bords sont les plus abrupts de tous.

Les autres ravins qui abondent dans le delta ne se dirigent pas du côté de la mer, mais du Var. Ils ne se rencontrent que dans la partie amont. Le plus à l'aval de tous est celui de St-Isidore éloigné de la mer de 6,000 mètres. Ce dernier est aussi le plus considérable, il prend naissance dans les environs de Bellet. La pente de ces derniers ravins est plus rapide que celle des autres. Généralement, ils font un coude plus ou moins prononcé pour gagner le Var. Au nord de Colomas, ils partent des bords mêmes du bassin qui a contenu le delta. Les principaux sont: le St-Isidore dont j'ai déjà parlé, l'Enroguet qui descend d'Aspremont et le St-Blaise qui vient de Levens.

Sur la rive droite il n'y en a qu'un seul, c'est le Fougéry venant de St-Jeannet. Ce dernier étant resté presque exclusivement dans les roches de la cuvette encaissante, n'a rien à nous apprendre sur ce qui concerne le delta du Var.

XVIII.

Chaque ravin a ses deux longues collines qui en suivent

tous les contours. Chaque colline est (voir les coupes) dessinée par deux abruptes et allongée sans interruption depuis un bout de la vallée jusqu'à l'autre. Toutes ces collines sont semblables, parallèles et soudées à l'amont à d'autres collines dont j'ai déjà parlé et sur le compte desquelles je dois revenir ici pour expliquer le nom de *seuils* que je leur ai donné.

Si nous attribuons aux eaux du Var le creusement de tous les ravins, il est facile de comprendre que ce creusement, se faisant de l'aval à l'amont, laissait toujours, à l'amont, une partie du plateau qui gardait sa hauteur, sur laquelle les eaux couraient et de laquelle elles tombaient en formant une cascade ou un rapide. C'est cette action de l'eau, essentiellement différente pour les seuils et pour les longues collines, qui donna aux premiers leurs dentelures et aux secondes leurs sommets réguliers, légèrement ondulés et prolongés autant que le ravin.

Sur la rive droite, il n'y a aucun seuil, parce que le delta restreint de ce côté et protégé par les roches jurassiques de la Gaude, n'a subi que l'action du premier déchiquetage. Sur la rive gauche, il en existe trois, celui de Colomas, à Aspremont qui contient les points culminants de ce qui reste du delta, et ceux de la Serène et de Ginestière, qui sont plus rapprochés de la mer, et qui, au commencement, n'en formaient qu'un seul. Mais l'eau a coulé trop longtemps, et la coupure a fini par se faire.

Les seuils partent de la paroi encaissante où ils ont leur point maximum et vont en s'abaissant du côté du Var, dessinant ainsi une vaste cuvette qui est le résultat des premières érosions (v. fig. 3 et les coupes).

L'érosion qui les a produits est un des phénomènes des plus simples et des plus ordinaires. Il se passe constamment en petit dans le lit du Paillon, du Var et de toutes les autres rivières à fond de gravier et à pente rapide. Quand un banc est formé, et que l'eau se met à l'attaquer en le surmontant, on la voit courir d'abord péniblement à la surface, se fixer dans certaine parties ou plus basses ou plus attaquables que les autres, les creuser en commençant par l'aval et bientôt dessiner entre elles de longs bourrelets. Au milieu de ces bourrelets, l'eau court, après avoir franchi comme un seuil qui ne cède que pas à pas en reculant, et restant toujours à la hauteur des bourrelets, c'est-à-dire du plateau primitif. Le ravin qui se dessine sous ce seuil commence par une petite cascade ou une série de rapides. Si la présence de l'eau sur le banc dure longtemps, le seuil est coupé par un de ces ravins

qui s'allonge à l'amont, se creuse, s'élargit et finit par attirer à lui toute l'eau qui courait à la surface. Dès ce moment, les autres ravins desséchés, cessent de se creuser, et le phénomène qui s'accomplissait sur tout le plateau, déchiquetant la partie aval, se concentre sur la partie amont et recommence la série de ses érosions secondaires autour du seul ravin qui a gardé de l'eau.

Pour appliquer au delta du Var ce petit fait journalier, il nous faut quelques explications, non pas pour la chose en elle-même, mais pour bien mettre en situation chacune des parties. Le delta, s'étant formé sous l'eau de la mer avec des circonstances que j'étudierai plus loin, dessinait un vaste plateau, et le Var débouchait à son origine vers La Roquette St-Martin. Au moment de l'émersion, le fleuve le couvrit de ses eaux pendant un temps plus ou moins long et se mit à l'éroder. Il l'attaqua tout d'abord par l'aval, creusa sur son bord les quatorze ruisseaux dont les ravinements subsistent encore (1). Puis, le mouvement de concentration se prononçant, ces cours d'eau se desséchèrent. Il ne resta que les principaux qui sont ceux des Vaux, du Var, du Magnan, de la Mantéga et de St-Barthélemy. La concentration augmentant toujours, le seuil de la Serène et Ginestière fut coupé en deux endroits : 1° en celui où coule le Var, 2° en celui où passe le Magnan à la hauteur du Moulin et des Padres.

Le Magnan et le Var devaient alors débiter presqu'autant d'eau l'un que l'autre. Si les roches de Colomas avaient été moins dures ou moins volumineuses, le Var eut sans doute passé par le ravin de Magnan qui est en ligne droite avec son cours supérieur.

Le Magnan après avoir répété en petit, ce qui s'était fait en grand, au bord aval du plateau, c'est-à-dire après avoir érodé le sol, entre le seuil de la Sérène et celui de Colomas, perdit ses eaux et cessa de creuser son lit.

Je ne dirai rien ici du creusement du Var, c'est une des plus graves questions de ce travail, je la traiterai ci-après.

Quand le Var eut baissé son plat fond, il attira à lui toutes les eaux qui l'avoisinaient, et les petits ravins de la dernière catégorie creusèrent leurs vallées. C'est alors que se firent les ravins de St-Isidore, St-Blaise et l'Enroguet.

(1) Voyez la carte.

XIX.

Partout où il a été possible de voir à découvert les roches constituant le delta, j'ai constaté qu'elles étaient exclusivement de galets, sables et argile. Il y a une exception à faire pour le petit rocher jurassique et bréchiforme qui pointe à l'ouest de Nice. Il n'a eu aucune influence sur la stratification générale du delta et se trouve tout à fait à son extrémité. C'est un pointement de la cuvette encaissante qui rappelle le rocher du Château.

Les roches du delta montrent partout des traces évidentes de stratification suivant le sens du courant du Var. Ces lignes font en moyenne avec l'horizon un angle de [1] 30°. Plus on pénètre dans l'intérieur de la formation, plus on se rapproche de Colomas, plus la régularité des strates est accusée.

Les limites entre les strates sont peu tranchées, ce qui tient à la grossièreté des matériaux, on peut évaluer leur épaisseur à dix centimètres à peu près. Les strates les plus anciennes sont les plus sableuses. Le sable y entre pour un tiers, le galet et le gravier pour les deux autres tiers de la masse totale. Dans le voisinage des bancs d'argile bleue dont je parlerai tout à l'heure, les strates sont moins régulières. Je traiterai ce qui les concerne en parlant de ces argiles.

XX.

Les strates du delta sont durcies par une infiltration de carbonate de chaux qui fait d'elles de véritables poudingues très-résistants. Il a bien fallu que leur compacité fût très-grande pour avoir dans les seuils et surtout à Colomas supporté l'effort des érosions du Var pendant l'époque pluviaire. Sans cette dureté, le delta serait tellement ruiné que tous nos efforts ne parviendraient pas à le restituer. Cette infiltration de carbonate de chaux a eu lieu quand la contrée se releva et que les eaux du Var trouvèrent devant elles une barre qu'elles ne purent surmonter. Elles s'infiltrèrent alors à travers les strates poreuses des bancs de galets et gagnèrent la mer sans se montrer à ciel ouvert.

Ce phénomène est fréquent dans les torrents. Au débouché

(1) Voir la coupe IX et la figure.

des étranglements qui resserrent les lits, les eaux coulent souvent dans les bancs de gravier sans se montrer, ou en ne laissant voir à la surface qu'une faible partie de leur volume.

Dans tous les deltas qui, de près ou de loin, rentrent dans la catégorie de celui du Var, ce phénomène s'est produit. On le retrouve à Vintimille, Menton, Roquebrune et dans la plaine de Lyon. C'est lui qui nous explique pourquoi les conglomérats sont plus solides et plus chargés de carbonate de chaux à l'amont qu'à l'aval.

Ce phénomène, joint à celui de l'amoindrissement du volume des rivières que je démontrerai ci-après, nous indique pourquoi ce sont seulement les eaux de la période pluviaire qui ont attaqué et erodé ces mêmes deltas.

CHAPITRE III.

Les argiles bleues.

XXI.

La formation du delta est coupée par un banc d'argile qui affleure en beaucoup d'endroits et dont la partie inférieure est bleue, la partie supérieure jaune et sableuse. L'une et l'autre sont très-fossilifères. Par ce dernier caractère ce banc contraste de la façon la plus marquée avec le reste du delta. Les fossiles très-bien conservés, très-variés, représentent la riche faune pliocène de la vallée du Pô. Aucun travail d'ensemble n'a été fait sur cette importante formation.

M. Gény a, de ces fossiles, la collection la plus complète que je connaisse. Elle est chez lui sans mélange d'individus étrangers à la localité. M. Pérez a donné à la ville de Nice la collection qu'il avait formée. Elle existe au musée, mais elle n'y a pas conservé son individualité exclusive. On a complété la série des espèces par les fossiles de la même formation qui se trouvent en Italie. J'ai moi-même recueilli quelques espèces qui ne se rencontrent ni dans l'une, ni dans l'autre de ces précieuses collections. Quelques-uns des fossiles de ces argiles ont été trouvés à Lyon, dans les terrains marins qui forment les basses assises de la Croix-Rousse dont je parlerai plus loin.

La ville de Cannes doit à M. Massé une collection de ces mêmes fossiles. Ils ont été ramassés à Biot.

Entre le gisement de Biot et celui du delta du Var il y a identité d'espèce, il en est de même de celui de Vintimille. Le nom de *fossiles de Biot* qui tend à prévaloir est impropre, on doit le remplacer par celui de fossiles de la côte de Nice.

Les deux bancs d'argile bleue et jaune contiennent les mêmes espèces, pourtant, on prétend que deux ou trois font exception et paraissent confinés dans l'un ou dans l'autre banc. Je rapporte ce fait sans y attacher grande importance, les investigations ne me paraissent pas avoir été poussées assez loin. Du reste, je trouve tout naturel que tels ou tels mollusques s'éloignent d'un fond où l'alluvion se modifie.

XXII.

Il est très-difficile de suivre exactement cette couche d'argile qui se trouve engagée entre les lits de graviers, à une distance à peu près régulière au-dessous de la superficie, et qui, en beaucoup d'endroit suit le niveau auquel se sont arrêtées les érosions des vallées. D'après les coupes on peut voir que la formation des galets existe au-dessous comme au-dessus du banc d'argile, et d'après la carte que ce banc s'étend sous tout le delta. Il paraît d'autant plus puissant qu'on s'éloigne du centre. Ainsi il y a plus d'épaisseur d'argile à la Mantéga et à St-Barthélemy qu'à St-Isidore. Au Piol, le banc n'a pas été recouvert par les galets, il domine la mer de 60 mètres.

Sur la rive droite, je n'ai guère trouvé ces argiles avec abondance que vers la Colle et St-Paul, le banc est moins épais de ce côté-ci du Var que de l'autre. Le Loup semble l'avoir éloigné (1). Sur le bord de la Cagne, on n'en voit qu'un tout petit lambeau abrité par les rochers, à l'entrée de cette rivière dans le delta.

Cette formation argileuse, prise dans son ensemble, dessine un banc homogène, incliné du nord au sud, qui ne part pas du rivage actuel de la mer, mais très-probablement plonge jusqu'au dessous et s'étend sur le reste du golfe. Vers la Gaude, Aspremont, St-Blaise, etc., ce banc s'élève jusqu'à 200, 210 et 230 mètres, ce qui lui donne une pente de 16 millimètres par

(1) Le large banc qui est marqué sur le bord du Loup est d'un âge postérieur, comme nous le verrons ci-après.

mètre égale à celle du delta ancien du Var et du delta actuellement en voie de formation dans la mer.

XXIII.

Bien que ce banc d'argile se suive mal, il me paraît pourtant être unique. Du reste, en songeant que nous sommes ici à la limite des eaux douces et des eaux salées, on ne s'étonnera point de voir des irrégularités dans les dépôts. Trouvà-t on des alternances, il n'y aurait pas lieu d'en être surpris et il ne faudrait point en conclure qu'il existe deux formations distinctes.

Ces argiles sont ordinairement stratifiées dans le sens des galets et avec la même inclinaison. Leur épaisseur très-irrégulière, va de 0m 50 à 8 et 10 mètres. La partie jaune généralement garde à peu près la même importance, c'est la bleue qui augmente ou diminue.

Les galets dans le voisinage des argiles sont peu réguliers dans leurs allures, et leur stratification. Leur volume diminue au point de devenir des graviers et des sables.

XXIV.

Voici l'explication que je propose pour cet ensemble de faits. Le bassin du Var s'étant formé avec 250 mètres d'altitude de moins qu'à présent, nous l'avons vu, mais avec un remplissage considérable de ses vallées, il s'en suivit que l'eau douce coula et qu'il se fit un premier delta. C'est celui que nous trouvons sous le banc d'argile bleue. Ce delta, faute de temps, n'alla pas plus loin que la Madeleine et St-Isidore, vers le sud, ne dépassa point la Gaude vers l'ouest, et du côté de l'est alla jusqu'au Piol et à St-Barthélemy.

C'est quand les choses en étaient là que commença le mouvement d'affaissement qui porta l'immersion à 500 mètres. La contrée baissa alors seulement de 250 mètres. La mer entra dans les vallons du bassin du Var. Les grosses alluvions y restèrent et il n'arriva plus sur l'emplacement du delta que des argiles et des sables légers. La force du courant du fleuve repoussa un peu ces dépôts de l'axe du lit, et celle du courant marin les amoncela à l'est, comme nous l'avons déjà vu pour les autres matériaux constituant le delta.

Ce phénomène se continue encore de nos jours. Les sondages marins indiquent, dans le golfe et en dehors, un banc de vase grise argileuse, qui s'étend, surtout du côté de l'est, selon la direction que prennent les eaux troubles du Var pendant les crues.

Sur les argiles, engraissées des apports d'un grand cours d'eau, vivaient, comme dans les lagunes de nos deltas modernes, une nombreuse population de mollusques. Quand la contrée cessa de s'affaisser, les galets revenant sur le delta, furent précédés par des apports sableux. Aussi les argiles devinrent-elles sablonneuses et jaunes; enfin, le sable arriva seul et les galets après lui. Les mollusques alors s'éloignèrent d'un milieu qui ne leur convenait plus ou moururent.

Le second delta qui se forma monta jusqu'à fleur d'eau et porta ses alluvions à 500 mètres. Il déborda le premier, après l'avoir entièrement recouvert, sauf au Piol, à la porte de Nice. Il faut voir en ce dernier détail le résultat de quelque légère modification dans la force du courant méditerranéen, ce qui n'est point surprenant avec le grand changement de niveau constaté sur la côte.

Pendant que ce second delta se formait, le phénomène du triage des matériaux se continuait et il se déposa sur les limites du delta quelques argiles plus blanches que les autres. En quelques endroits elles s'ajoutèrent aux premières. Mais le plus souvent nous voyons qu'elles sont isolées.

Ce banc ne doit pas être confondu avec les argiles bleues et jaunes dont j'ai déjà parlé, il procède des mêmes phénomènes, mais il est plus récent. On pourrait le considérer comme le passage de ces argiles aux vases grises actuellement en formation dans le golfe de Nice. Il existe surtout entre St-Paul, la Colle et Villeneuve, et vers la Fontaine du Temple; il est très-riche en foraminifères.

XXV.

Puisque ces argiles ont été apportées par les eaux douces et déposées dans la mer, il ne faut point être surpris si Risso, a trouvé à la Madeleine (vallée du Magnan), des pommes de pin, des baies et des feuilles de châtaigner, des empreintes de poissons. Si moi-même j'ai trouvé à l'entrée du vallon de la Mantéga des empreintes de feuilles de lierre, de saule et du jayet.

Si à la Colle, quand on creuse des puits, sous 15 mètres d'alluvions sableuses jaunes, grises et très-fossilifères, on recueille dans le banc bleu des pommes et de l'écorce de pin. La nature de ces débris nous montre que dès la période pliocène la vraie flore actuelle couvrait déjà la contrée de ces végétaux.

Le delta du Var contient encore une autre formation fossilifère plus récente et dont il ne reste que quelques rares débris. Elle a dû être déposée au commencement du relèvement de la contrée, par conséquent pendant la période glaciaire, quand le delta recevait beaucoup moins d'apports du Var. Elle est composée d'animaux, pour la plupart, d'espèces vivantes, de pectens et de quelques autres bivalves. J'ai trouvé dans ce banc quelques balannes, des foraminifères et une pince de crustacé. Les strates qui le constituent sont un calcaire grossier, mêlé de petites oolites ferrugineuses; ordinairement elles ont très-peu d'épaisseur et de consistance. Je n'ai vu ce banc qu'à Biot, côté ouest, 30 mètres d'altitude, et côté Est, sur les argiles bleues. Les fossiles y sont plus variés qu'ailleurs. A St-Jeannet il se trouve à 300 mètres d'altitude, c'est là que j'ai trouvé les balannes.

Enfin, en dehors du delta du Var, il existe dans celui de la Roye, à Castel-d'Appio, (350 mètres d'altitude).

Sur le delta du Var, ce mince banc n'existe pas, il aura été emporté par la dénudation des grandes eaux diluviennes.

Entre les trois formations fossilifères, dont j'ai parlé dans ce chapitre, il y a de grands rapports d'espèces. La stratigraphie trouve moyen de les différencier les unes des autres, mais le paléontologie ne ratifierait peut-être pas cette manière de faire.

Dans l'incertitude, où les découvertes récentes nous laissent à l'égard de ce qu'il faut penser des classifications qui se font par les fossiles, je m'abstiens de toucher à cette question. Je constate seulement, qu'ici, nous avons la preuve que les variations d'espèces tiennent surtout aux variations de profondeur.

XXVI.

A voir l'étendue du Paillon et surtout la nature de ses roches on est surpris de reconnaître combien il a charrié peu d'alluvions : mais on se l'explique facilement en voyant combien sont basses les montagnes de son bassin par rapport à celles du Var. Une

immersion de 100 mètres a laissé arriver la mer jusqu'au fond des vallées et paralysé l'action des eaux douces. Le mouvement qui forma le bassin de nos rivières n'ayant relevé le sol qu'à 250 mètres au-dessous du niveau actuel, le bassin du Paillon était un golfe, pendant toute cette première période et même pendant toute la seconde. Ce n'est que quand l'émersion dernière eut rapproché la côte de son niveau actuel que les eaux douces succédèrent à l'eau salée.

Le Paillon alors déposa ses alluvions sur un sol vierge d'érosions. Nous les trouvons sur le plateau entre Brancolar et St-Pons, et sur le flanc Est du vallon des Hépathiques. Comme elles se déposaient sur un fond sans profondeur et sous l'action du courant, elles se stratifièrent horizontalement.

L'émersion continuant toujours, le Paillon se mit à éroder son delta d'abord, et même un peu le seuil qui était au-dessous. Il sépara Cimiez du mont Vinaigrier.

Après ses galets, le Paillon amena des alluvions jaunes que je regarde comme étant le résidu de la destruction des bancs nummulitiques à calcaire silicieux jaune qui abondent encore dans le bassin du Paillon, et aussi de celle du banc fossilifère de Drap (120 métres alt.) Ce banc est un membre de la formation des argiles du delta.

Enfin, quand tous ces phénomènes finissaient, le diluvium rouge arriva ici comme dans le Var, mais avec très-peu d'abondance, je le mentionne seulement à cause de ce que j'en devrai dire plus tard.

CHAPITRE IV.

Conséquences géologiques à déduire des faits décrits précédemment.

XXVII.

J'ai fini la description du delta du Var et de sa cuvette encaissante, il me faut à présent rechercher quels enseignements géologiques en découlent. En décrivant chaque objet, j'ai dû déjà aborder quelques-unes de ces considérations, je ne les répèterai pas.

L'immersion de la contrée à 500 mètres est le fait que l'on saisit le premier. Les alluvions montent jusqu'a cette hauteur; il n'y a pas à en chercher d'autre preuve. Le dépôt de Lévens dépasse ce niveau, mais il est diluvien et ne fait pas partie du delta, je le laisse de côté pour le moment. Pour former le delta à cette altitude, il suffisait de trois mètres d'eau en plus; c'est la quantité indiquée aujourd'hui par la formation du delta sous-marin de l'embouchure du Var. Il va sans dire que je néglige les trois mètres et que je ne parlerai que du compte rond 500. A la faveur de cette immersion, la mer entra dans les vallées du bassin du Var jusqu'à une grande distance, elle dépassa Roquestéron dans l'Estéron, atteignit Annot et Gueidan dans le Var, St-Sauveur dans la Tinée, Lantosque dans la Vésubie. Les eaux ainsi projetées dans ces gorges étroites et peu profondes, étaient sans doute fort peu salées.

Je connais quelques endroits qui témoignent de l'état de choses existant à ce moment, ce sont vers Clans, Latour et Villars (voir lá description de ce dernier endroit, fig. 2), certaines alluvions inexplicables sans une pareille hauteur d'eau. D'après la planche, on voit la marche du creusement de la vallée succédant au remplissage par le diluvium.

L'immersion de la contrée à 500 mètres, n'est pas localisée dans le bassin du Var; elle s'est étendue à toute la France, peut-être à toute l'Europe occidentale, je le montrerai plus loin. C'est la clef de la géologie pendant les périodes tertiaires et quaternaires.

Ayant constaté l'immersion, il est inutile de parler de l'émersion qui a amené la contrée au point où nous la voyons. Pour être complet, je dois pourtant la mentionner, car c'est elle qui a déterminé les érosions qui ont changé l'aspect du delta du Var. Elle représente une période importante, c'est elle qui clôt le dernier grand cycle géologique.

Ce cycle que nous pourrions appeler cycle tertiaire de la vallée du Var laisse en dehors la période nummulitique. Il commence au phénomène de dislocation et de soulèvement par pression latérale qui a probablement duré longtemps. Comme ce phénomène ne fut que transition, trouble et désordre, je n'en ferai pas une époque. La vraie époque, celle qui est bien caractérisée par des dépôts, c'est celle du calme qui suivit et pendant laquelle se forma le premier delta, celui qui est au-dessous des argiles. La côte alors était à 250 mètres plus bas qu'à présent.

La seconde époque, celle qui correspond à l'affaissement, abaisse la côte de 250 mètres, l'immerge à 500 par rapport au niveau actuel et donne lieu aux dépôts du delta supérieur.

La troisième époque est celle du relèvement de la contrée, de l'émersion qui la ramène au point actuel. Dans celle-ci se placent la période glaciaire, la période pluviaire et le déluge. Le delta s'est dégradé pendant la période pluviaire, et surtout pendant le déluge.

Depuis le déluge qui n'arriva que quand la contrée avait tout son relief actuel, les choses sont restées à peu près immobiles. Nous sommes dans ce qu'on appelle les temps contemporains. Cette quatrième époque est caractérisée par le dépôt du troisième delta; de celui qui est en train de se former à l'embouchure du Var (1).

Si la contrée reprenait son mouvement ascensionnel, ce delta émergerait à son tour; et nous verrions se renouveler les phénomènes des derniers temps géologiques.

Le petit mouvement de relèvement de vingt à trente mètres dont la contrée a été affectée en dernier lieu et que j'ai signalé en tant d'endroits, est le dernier de tous les mouvements. Il me paraît remonter au commencement de l'époque diluvienne, on verra ci-après pourquoi.

D'Obigny appelle ma première époque, Parisienne; la seconde, Falunienne; la troisième, Subapennine; Lyell appelle la première miocène, et la seconde pliocène. Tout le monde désigne la troisième sous le nom de quaternaire. Je ne vois aucune raison pour appliquer ici ces dénominations qui ne correspondent à rien de ce que je trouve; cependant je n'ose proposer aucun nom nouveau. Je me servirai donc des noms connus, j'emploierai de préférence ceux de Lyell parce qu'ils sont plus vagues et ne préjugent rien sur ce qui s'est passé dans la contrée que j'étudie. Du reste, immersion première, immersion seconde, émersion ne signifieraient rien dans ce moment-ci. Plus tard, sans doute, on se servira, non pas de ces noms, mais d'autres désignant les phénoménes qu'ils représentent.

CHAPITRE V.

Cours des eaux du Var ancien et nouveau, ses variations et conséquences qui en résultent.

XXVIII.

Si nous pouvions savoir ce que le Var apporte chaque année dans la mer, nous serions en mesure de dire depuis combien

(1) Voir coupes VIII et IX.

de temps il y verse son tribut, car le cube du delta nous est connu. Ici encore une fois, et ce n'est pas la dernière, j'en suis réduit à ces approximations et à ces tâtonnements dont j'ai déjà parlé. Les hommes qui s'occupent spécialement des cours d'eau n'ont aucune formule à nous donner pour mesurer ce que chaque rivière roule de galets. Sur le Var particulièrement, aucun travail n'a été entrepris.

D'après ce que j'ai pu apprendre et observer, je crois pouvoir évaluer la masse que chaque année le Var verse dans la mer à 10,000 mètres cubes. Cette quantité représente 250 millimètres cubes de matériaux lourds par mètre cube d'eau tombant dans le bassin tout entier. Dans le lit du Var, elle est une tranche d'un mètre d'épaisseur ayant 33 m. 33 cent. dans un sens et 300 dans un autre. 300 mètres c'est la largeur du lit du Var; un mètre, c'est l'épaisseur moyenne de la masse de galets remués, et 33, 33 mètres, c'est la distance parcourue par toute cette masse. Beaucoup de galets font bien plus de chemin, mais combien restent immobiles.

Voici du reste comment se fait le déplacement du gravier, autant qu'on peut le deviner par les traces que le phénomène laisse après lui. Trois fois par an ordinairement, le Var a une crue qui couvre tout son lit endigué, les eaux s'élèvent alors de 1 m. 80, à 2 m. 20 et très-rarement à 2 m. 50. Ces crues durent huit jours à leur maximum d'intensité, ce sont celles qui déplacent le gravier. Elles commencent par en répandre une couche qui comble les creux, et le talweg en est quelque fois complètement rempli. La tranche d'eau, qui a perdu ainsi son épaisseur, a aussi perdu de sa puissance de transport, et les graviers sont alors beaucoup moins déplacés. Le moindre accident dans le lit détermine un affouillement. Même la diminution de la crue en détermine aussi, car le lit se concentre et se creuse.

Sans affouillement, le gravier est presque immobile. La surface qui s'affouille, ordinairement bien petite par rapport à la masse totale, est presque toujours autre que celle qui vient de se combler. C'est pour cela que le talweg se trouve déplacé presque à chaque crue.

Quand l'eau a baissé complètement, le banc de gravier se trouve creusé de 1 m. 50 à 2 m. de profondeur, mais sur un espace restreint qui n'est que le quart ou le cinquième du lit total.

Le lit, qui se creuse alors à cause de la fixité mathématique de son profil, nous permettra d'apprécier sûrement la masse des eaux, courant dans les lits à grandes sections que j'aurai bientôt à étudier. Je devrai y revenir plus loin.

La grande crue qui déplace la masse des matériaux, laisse le lit de la rivière régulièrement nivelé, quand la direction qu'elle suit est rectiligne. La quantité de matériaux entraînés par l'érosion des basses eaux est relativement faible mais peut se constater.

Partant de ce chiffre de 10.000 m. cubes pour l'apport annuel des gros matériaux du Var dans son état actuel, nous avons le calcul suivant: le cube du delta 57.750.000.000: 10.000 m. cubes, apport annuel, = 5.775.000 années; pour faire un compte rond, je dirai 6.000.000 d'années. Si le delta s'était formé sous l'influence d'un Var, égal en volume d'eau à celui d'à présent, il faudrait nous en tenir là; mais, et je le montrerai plus loin, le Var ancien avait à peu près moitié moins d'eau que celui d'aujourd'hui, il faut donc allonger la période de près du double. Ainsi, le commencement des temps postéocènes remonte à 12.000.000 d'années. Sur ce laps de temps, une part doit être faite pour la période de dislocation et de soulèvement par pression latérale, une autre pour celle de la formation du premier delta qui est à peu près égal au second; une troisième, pour celle du second delta; et une quatrième, pour l'émersion et l'érosion des deltas.

XXIX.

En vertu de ce principe que le lit d'une rivière se nivelle à peu près régulièrement entre le point où il cesse d'être un torrent et celui où il se jette dans la mer, il arriva que les vallées qui restèrent vides pendant la formation du premier delta, se remplirent pendant celle du second, et par suite de circonstances que je dirai plus loin, demeurèrent pleines pendant toute l'émersion et ne se creusèrent qu'après que les eaux diluviennes eurent ouvert le vaste chenal que nous voyons aujourd'hui. Au point de vue des phénomènes que j'étudie dans ce chapitre, cette évolution des alluvions du Var n'a aucune importance. Avec ou sans arrêt dans les vallées, les matières ne sont pas moins venues par le Var de la montagne dans le delta et dans la mer.

Les phénomènes de l'émersion sont sinon les plus importants, au moins les plus intéressants, parce qu'ils sont les plus rapprochés de nous, mais ils sont aussi les plus difficiles à saisir. Pendant l'immersion, les strates se superposent aux strates; pendant l'émersion, les érosions succèdent aux éro-

sions. Les dernières remplacent ou altèrent quelquefois toutes les autres et obligent à aller au loin chercher des traces qu'on a perdues. Dans cette recherche, la vallée du Rhône jettera quelque lumière sur le delta du Var.

CHAPITRE VI.

Des eaux coulant dans le Var, leur nature. Les glaciers. — Consolidation du delta.

XXX.

A partir du moment où l'émersion commence, les eaux marines ne jouent plus aucun rôle. Au premier mouvement du sol, la mer abandonne les parties amont du delta, à 270 mètres de relèvement, tout le plateau est découvert, et la mer effleure l'abrupt du plateau.

Si les eaux douces interviennent seules dans l'érosion du delta, comme elles sont le produit direct des pluies tombant dans le bassin hydrographique du Var, il s'ensuit que nous avons devant nous les annales météorologiques de la contrée pendant l'époque quaternaire. Ce ne sont pas des annales bien détaillées, mais elles vont cependant nous révéler quelques faits de la plus grande importance.

XXXI.

Je n'ai rien vu qui m'ait indiqué la présence des grands glaciers dans nos vallées, le point minimum de leur abaissement a été 1,300 mètres d'altitude dans le Boréon (haute-Vésubie). C'est là qu'était la moraine terminale. Dans la vallée voisine, celle de la madone de Fenestre, je n'ai rien remarqué d'analogue. Est-ce à cause de la nature friable de la roche ou pour toute autre cause?

Dans la haute-Tinée, je n'ai vu aucune trace glacière jusqu'à St-Étienne (1142 mètres d'altitude); mais plus haut, vers St-Dalmas (1335 mètres), on doit en trouver.

Si la période de refroidissement n'a pas eu de grands résultats

dans nos contrées, elle y a eu pourtant une très-grande importance. C'est à elle qu'il faut attribuer en partie le peu d'activité des érosions pendant toute la première période de l'émersion du delta, de celle pendant laquelle il remonta à 500 mètres d'altitude.

Avec de très-petits glaciers dans nos hautes montagnes, nous avions des neiges abondantes un peu partout, des pluies qui ne tombaient en hiver que dans les parties basses, des neiges qui fondaient pendant l'été, quand les pluies étaient rares, ce qui donnait aux cours d'eau une grande régularité, un débit uniforme, et les rendait aussi peu érosifs que possible.

De plus, ne l'oublions pas, il tombait dans la contrée une quantité de pluies sensiblement moins forte que celle d'aujourd'hui.

XXXII.

Une autre cause qui, avec la rareté des pluies et le refroidissement général de la contrée, assura la conservation du plateau du delta pendant l'émersion, c'est la nature poreuse du dépôt, à travers les interstices duquel des eaux filtraient si facilement que c'était par exception qu'elles coulaient à la surface. Cette infiltration des eaux à travers des bancs de galets est très-fréquente dans les torrents. Elle se remarque toujours au débouché d'un chenal étroit, en présence d'un banc large et épais comme était le delta vis-à-vis l'étroit canal du Var.

Cette infiltration des eaux à travers les galets a eu pour résultat de les imprégner de carbonate de chaux et d'en faire les poudingues résistants que nous voyons.

S'il y avait eu des eaux un peu actives circulant sur le delta pendant l'émersion qui dura longtemps, l'action des eaux diluviennes qui vinrent après la période glacière n'eût pas pu s'étendre sur tout le plateau, l'éroder tout entier, creuser les profonds sillons de St-Barthélemy et de la Mantéga qui sont situés aux extrémités. Nous verrons bien par ce qui arriva à la fin de la période pluviaire que les eaux, malgré leur immense volume, n'auraient pas pu, sans cette conservation du plateau, couvrir un si grand espace.

CHAPITRE VII.

Le galet, rapport de son volume et de celui des eaux qui le portent.

XXXIII.

Dans une rivière, comme dans un corps organisé, tout se tient. Le volume, la vitesse, l'alluvion, le galet, la quantité de l'eau, la section du lit, sont commandés avec une régularité mathématique, par les pentes, les pluies, la nature des roches, etc. Si nous avions bien étudié ce qui constitue une rivière, connaissant une ou plusieurs de ses parties nous arriverions à deviner exactement toutes les autres. De tous ces divers éléments, le galet et la section du lit sont les plus importants. Ce sont eux qui constituent le mieux l'individualité de la rivière. Les roches du bassin donnent au galet sa matière minéralogique; la masse des eaux, lui donne son volume et sa forme, tout comme au lit sa section. Le galet est, en quelque sorte, le fossile caractéristique d'une rivière comme la hâche de pierre est celui d'une periode éteinte de la civilisation.

Dans une rivière *fixée,* c'est-à-dire dont les parois du bassin sont immobiles, d'une rivière dans laquelle il ne s'opère aucun mouvement géologique, le galet est stable dans sa forme, sa nature minéralogique et son volume, tout comme le lit dans sa section, si rien ne vient modifier la masse des eaux. A ce titre, on peut dire que le galet et la section du lit d'une rivière sont le *pluviomètre fossile* du bassin hydrographique. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner comment le galet et la section se comportent dans le lit d'une rivière.

Voici d'abord ce qui concerne le galet. Il se dispose selon la force de l'eau, les gros sont dans le talweg; les petits, les sables et les argiles sur les bords, là où le courant se réduit à rien. En cas de crue, les galets augmentent en raison de la masse des eaux; si au contraire, une rivière vient à diminuer son volume d'eau, le galet se réduit, n'est plus que du gravier ou du sable, par conséquent on est en droit de dire *tel galet, tel volume d'eau.* Le rapport qui les unit l'un à l'autre pour n'être pas mathématique n'en est pas moins incontestable

Si on veut que ces observations aient un degré suffisant de

précision, il faut qu'elles soient circonscrites dans une aire restreinte et surtout homogène, car le galet change du tout au tout selon la section du fleuve que l'on étudie. Tel resserrement des berges en augmente le volume, tel élargissement le diminue. Telle situation à l'amont ou à l'aval change la prédominance de certaines roches.

Le delta me paraît être le lieu le plus convenable et le plus fixe qu'on puisse trouver pour se livrer à des observations de ce genre. Tout ce qui a roulé dans les eaux du Var est arrivé jusque là et, malgré les variations d'altitude de la côte, est toujours arrivé dans les mêmes conditions. Étant admis que la contrée ne s'est point disloquée dans les mouvements des périodes tertiaires et quaternaires, (v. p. 14), il est évident que toutes ces parties sont restées dans leurs rapports respectifs et que la pente n'a pas changé dans le lit du Var; seul le récipient, qui les recevait, s'est trouvé plus haut ou plus bas. Le mouvement des galets dans ce récipient lui-même n'a pas altéré l'état dans lequel ils y arrivaient, car, sous la masse des eaux marines, sur un plateau où le sable abondait, le galet ne s'usa guère pour un déplacement de quelques kilomètres (v. fig. 1).

Le lit du Var dans la traversée du delta nous en offre la preuve. Les 20,000 mètres parcourus par le galet sous ces eaux violentes et ces heurts incessants ne l'altérent pas assez pour que j'aie cru devoir distinguer le galet de l'amont de celui de l'aval: j'ai seulement constaté une légère différence entre les deux. Mais pour le galet transporté par les eaux marines, je n'ai rien remarqué m'autorisant à croire qu'il fût usé d'une manière sensible pendant ce dernier transport.

Si la pente et l'état des lieux n'ont pas changé dans le cours du Var, les variations dans le volume des galets indiquent donc uniquement des variations dans le volume et la puissance des eaux et ces variations sont dans un rapport, probablement direct, avec la masse de ces mêmes eaux: par conséquent connaissant le volume des galets nous en pouvons déduire la masse des eaux.

Le volume des galets que le Var roule actuellement et l'état des choses que le produisent seront pour moi le point de départ de toutes mes comparaisons. Dans l'état actuel il est produit par une rivière dont voici les conditions:

1° un lit de 80 m. de section en basses eaux avec 0, 75 c. de profondeur. En hautes eaux le lit atteint 300 m. de large et 2 m. à 2 m. 50 de profondeur. L'endiguement dans lequel on a resserré le fleuve, rend les phénomènes qui se passent alors

tout à fait différents de ce qu'ils seraient sans cela: aussi je ne m'en servirai pas pour l'étude que j'ai entreprise ici.

2° une pente de 0,005 par mètre.

3° un débit de 25 m. cubes par seconde, en basses eaux, de 1,000 m. à peu près en hautes eaux.

4° une quantité 0 m. 80 c. de pluie tombant annuellement dans la contrée.

5° des crues dont la vitesse est de 2 m. à 2,50 par seconde.

Les calculs ordinaires donnent au Var une vitesse très-grande, j'ai cru ne pas devoir m'en servir ici. Il m'a semblé que la marche des crues qui accuse une vitesse bien moindre, devait mieux répondre aux conditions du problème devant lequel je suis placé. Ce que je vais étudier ici ce sont des phénomènes d'une grandeur inouïe que les formules ordinaires ne peuvent pas embrasser.

Voici le tableau des diverses moyennes du volume des galets selon les catégories dans lesquelles je le classe. Mais avant je dois prévenir le lecteur que rien n'est difficile comme l'appréciation d'une semblable moyenne. C'est affaire de tâtonnements, de tact, de flair qui peut varier d'homme à homme.

CATÉGORIE DES GALETS	Dimension du galet supposé formant un cube régulier. Le centimètre pris pour unité	Volume en centimètres cubes	Rapport avec le galet actuel du Var pris pour unité. Exprimé en nombre ronds.
1° Galet du Var actuel	10	1,000	
2° Galet miocène et pliocène celui qui a formé le delta . . .	7,50	421	moitié moins
3° Galet de la période pluviaire celui qui est le plus abondant et forme des placages dans le grand lit du Var et des bancs à la superficie du plateau du delta	30	27,000	vingt-sept fois plus
4° Galet diluvien, rare, qui ne se trouve dans le Var que vers l'embouchure et sur le plateau du delta vers l'abrupt et est toujours superposé aux alluvions de la 3me catégorie	47	103-823	cent fois plus
5° Galet diluvien de Levens . .	1 m. et plus	Ces deux alluvions sont en dehors du delta et seront examinés à part à cause de leur importance au point de vue du phénomène diluvien.	
6° Galet diluvien de Villars. . .	3 et 4 m. 30 m. exceptionnellement		

XXXIV.

Dans son ensemble le galet du delta ancien est moitié moins volumineux que celui du delta du Var actuel. Il y avait donc pour le produire moitié moins d'eau dans le fleuve miocène et pliocène, et moitié moins de pluie dans son bassin.

Ce fait vrai, dans son ensemble, comporte cependant quelques variations dans les détails. Les strates les plus anciennes, c'est-à-dire celles qui sont à l'amont de Colomas, présentent les galets les plus gros, les strates de la période moyenne sont celles des galets les plus petits, celles des dernières époques, c'est-à-dire celles de Ginestière et de la Mantéga ont repris un volume un peu plus considérable, sans atteindre toutefois celui des plus anciens. Ainsi donc, il y aurait eu quelques fluctuations dans le régime pluviaire de ces deux longues périodes, mais ces fluctuations ne sont que des nuances et le maximum des pluies reste très-inférieur à ce que nous avons aujourd'hui.

XXXV.

Les alluvions de la période pluviaire sont faciles à reconnaître, car si elles sont de matériaux analogues à ceux du reste du delta, leur stratfication est discordante avec eux. Elles gisent dans des creux d'érosions et sont constituées d'éléments plus gros que les galets constituant la masse du delta proprement dit. Elles forment des bancs ou des amas.

Vers Ginestières elles affleurent le seuil. C'est sur la croupe de la dernière pente du delta, à peu près au sommet de l'abrupt terminal, par conséquent à la dernière limite du plateau qu'on trouve généralement les plus gros galets. C'est sur ces points que les eaux ont tout d'abord cessé de couler, et les accidents qui partout ailleurs ont emporté ces alluvions sont restés ici sans effet. Le nombre de ces gros galets doit avoir été considérable, car on en voit encore aujourd'hui. La pierre étant rare sur le delta, depuis longtemps on les emploie dans les constructions. De tous, le plus gros que je connaisse se trouve à la Lanterna, au nord de Ste-Hélène, il est de quartzite, glauconieux et cube 80 cent. sur chaque face. Je n'ai jamais trouvé de galets diluviens à leur place dans le fond des ravins, excepté dans la vallée du Var, près de la mer.

XXXVI.

D'après ma théorie du rapport du volume des galets et de celui des eaux qui les ont portées, il se trouve que nous avons ici la trace d'eau dont le volume était vingt-sept fois et cent fois plus fort que celui du Var d'aujourd'hui. Ces eaux ne commencèrent à couler avec ces volumes que quand l'émersion fut près de sa fin et quand la contrée eut pris son niveau actuel. Elles vinrent rapidement, mais avec une progression sensible, car les galets les moins gros sont dessous et les plus gros dessus, et on pourrait peut-être dire qu'il y eut comme des espèces de transitions des unes aux autres, car si je n'ai pas constaté tous les degrés du volume de galet intermédiaire entre les diverses catégories, j'ai cependant reconnu plus de nuances que je n'en ai indiqué dans le tableau ci-dessus.

XXXVII.

Le dépôt diluvien de Levens est en dehors du delta proprement dit, mais il y touche et à ce titre rentre dans le cadre de cette étude (v. la carte et les coupes I et IX). Il commence à 500 m. et s'arrête à 560 m. d'altitude, ayant ainsi 60 m. d'épaisseur. Je crois cette épaisseur plus apparente que réelle, estimant qu'il y a ici plutôt déclivité de la roche sous jacente que dépôt si considérable de matériaux.

Cette alluvion a été apportée par la Vésubie quand le remplissage de la vallée était à son maximum et que le plateau du delta du Var était encore intact, au moins dans le voisinage. A ce moment, la Vésubie versa le trop plein de ses eaux par le plateau de Levens dans le ravin de St-André. C'est cette anomalie qui nous explique pourquoi il y a dans les environs de Levens des galets de bien moindre dimension, pourquoi on en retrouve sur le chemin de Tourette et pourquoi enfin entre ce dernier village et Aspremont M. Gény a recueilli des bois plus ou moins fossilisés qu'il a détachés de troncs immenses qui paraissent d'espèces résineuses et viennent évidemment de la chaîne centrale des Alpes.

Il va sans dire que le grand flot diluvien ne passa pas par Tourette mais par le dépôt des gros galets et alla augmenter les eaux du Var.

Aujourd'hui la Vésubie roule ses eaux à 300 m. plus bas.

Le peu d'épaisseur des petits galets de Levens et de Tourette nous montre combien fut rapide le phénomène diluvien: il coula peu d'eau par ce deversoir.

Les galets du diluvium de Levens cubent 1 m. et sont accompagnés de fragments de roches du voisinage qui sont plus gros encore et sont très-peu arrondis. Ce mélange de galets et de fragments informes n'a rien qui rappelle les apports glaciaires. Il rappelle les terrasses de la Durance qui ont les allures diluviennes.

Le dépôt diluvien de Villars sur le bord du Var (v. fig. 2), est à 40 kilomètres dans l'intérieur des terres, c'est-à-dire complètement en dehors du delta, je le décris à cause des éclaircissements qu'il apporte sur les phénomènes que j'étudie. Les blocs y atteignent couramment des cubes de 3 et 4 m., j'en ai trouvé un qui cubait 32 m. Cette grosseur exceptionnelle tient exclusivement au voisinage des points d'arrachement de masses pareilles. La roche qui constitue ces gros blocs paraît appartenir aux couches supérieures de nos strates sédimentaires, c'est un calcaire grossier, gréseux, facile à diviser. C'est par le petit ravin de l'Espagnola que ces masses sont arrivées. Elles sont le résultat d'un éboulement immense dans le voisinage. Une fois tombées dans le lit du Var, ses eaux, même diluviennes, n'ont pas pu entraîner de pareilles masses.

Voilà donc un effort dont elles n'ont pas été capables. Une limite à leur puissance.

A partir de ce moment, le Var s'est rejeté au sud, a creusé son lit d'une centaine de mètres; et, quand il l'a abandonné parce qu'il était trop large, il l'a laissé couvert de blocs dont la grosseur est celle des blocs de la période pluviaire.

D'après la coupe, que nous avons sous les yeux, il est facile de reconnaître que l'érosion diluvienne et pluviaire a été ici, dans un fond de marnes bleues très-tenaces, appartenant aux étages crétacés, de 400 m. de large avec 80 à 100 m. de profondeur.

Depuis, le Var a continué son érosion, diminué son lit. Il y a là toute une chronologie.

L'altitude de ce point est digne d'être remarquée. Elle est de 380 m. pour le radier du Var.

Quand l'alluvion diluvienne de l'Espagnola a fait irruption, la roche sous jacente paraît avoir été à peu près vive. Ce fait peut être le résultat de deux phénomènes, ou l'eau diluvienne avait déjà nettoyé le chenal, ou le remplissage de la vallée du Var n'avait pas eu le temps de s'achever. Je crois cette seconde explication plus probable que la première: voici pourquoi.

Le Var d'avant la période pluviaire avait moins d'eau que celui d'aujourd'hui. La vallée, à Villars, a peu de pente, l'immersion qui l'avait remplie d'eau salée avait paralysé les apports alluviaux, au moins à de grandes distances de ce point. Le dépôt de Levens nous indique, au contraire, que la Vésubie, plus torrentueuse et ouverte dans de hautes montagnes, avait comblé sa vallée à 500 m. selon le niveau du delta.

XXXVIII.

Quelle que soit l'immensité des eaux de la période pluviaire, elles ont gardé les allures des eaux de nos rivières actuelles. A leur sujet on doit raisonner par analogie avec ce qui se passe aujourd'hui. Pendant le Déluge, tout a été poussé à l'extrême; le débordement, le galet et l'érosion. Mais rien de plus que ce qui agit encore à la surface du globe n'a été mis en jeu.

On comprend que des eaux capables d'entraîner les gros fragments que je signale ont fait disparaître les traces des érosions précédentes. Des premières eaux, dont le volume était relativement petit, je ne connais aucune alluvion, excepté celle qui se voit entre Caros et la Gaude, au point culminant, près du lit du Var. Encore ne voudrais-je pas affirmer que ce dépôt n'est pas l'alluvion latérale des grandes eaux, chariant les gros galets. Dans les grands courants, il n'y a pas que de gros fragments, ceux-ci vont au milieu quand les petits circulent sur les flancs.

Des eaux capables d'entraîner de pareilles masses, de les pousser si loin sur un pareil plateau, de les reduire à être de vrais galets, (ce qui est une distinction importante), ainsi que je le montrerai plus loin, ont dû avoir diverses manières de se manifester et nous devons retrouver d'elles des traces de plus d'une sorte. Je vais essayer de les rechercher, mais auparavant je dois dire que ce qui frappe surtout ici, c'est l'incommensurable puissance de ces eaux et la brièveté de la durée d'un pareil phénomène. Le delta, quelle que soit la masse et la cohésion de ses roches, était incapable de résister à un agent aussi puissant: pour qu'il ne soit pas plus ruiné que nous le voyons, il faut que l'attaque n'ait pas été longue. Ces deux propositions fort importantes se dégageront, je l'espère, des développements qui vont suivre.

CHAPITRE VIII.

Les érosions du Var.

XXXIX.

L'érosion du delta se divise en deux périodes très-distinctes. Dans la première le Var couvre tout le plateau. Dans la seconde il n'en occupe plus qu'un espace restreint et creuse le lit immense qu'on appelle la vallée du Var et dans lequel ses eaux aujourd'hui n'occupent plus qu'un espace fort restreint.

De la première époque nous avons le déchiquetage dont j'ai déjà parlé (voir les coupes de I à VIII et la carte) et l'ablation d'une certaine tranche superficielle dont j'ai aussi dit quelques mots, qu'il est facile de reconnaître dans la coupe IX et dont je dois achever de parler ici.

Le seuil de Colomas à Aspremont fut abaissé en dehors du point culminant de la Begude, que je regarde comme étant à peu près intact, d'une quantité qui varie de 40 à 80 mètres, ce qui a fait affleurer partout le conglomerat le plus solide.

Les eaux ont moins érodé les seuils de Ginestières et de la Sérène, parce que leur action y fut plus courte, je l'ai déjà démontré et que ces points, le dernier surtout, étant plus éloignés du centre d'émission, les eaux y arrivant perdaient en violence ce qu'elles gagnaient en étendue.

Il résulte de ceci que les alluvions pluviaires et diluviennes sont à l'aval et non pas à l'amont du delta.

Les gros galets, placés comme ils le sont, à l'extrémiré du delta et sur la crête de l'abrupt (voyez la figure 6 et la coupe IX), n'ont dû arriver que pendant un instant très-court. Le creusement des petites vallées, dut commencer dès l'arrivée des grandes eaux qui apportaient les gros galets et dès que le creusement des vallons commença, les apports de galets cessèrent, au moins sur les longues collines, sur les bourrelets qui se profilaient comme des caps entre les ravins.

Pendant que les eaux creusaient les ravins et abandonnaient les crêtes, elles ne roulaient plus de gros galets sur le delta, on n'en trouve pas dans les ravins. Ceux qui se voient vers St-Laurent et la station du Var, c'est-à-dire près de la mer, étant arrivés par le lit du fleuve, sont postérieurs à ceux des

plateaux. Si le Var diluvien abandonna rapidement son delta, il garda encore assez longtemps ses immenses eaux pour que les gros galets aient circulé dans son lit alors que le plateau était complètement à sec. Mais pas assez longtemps pour qu'ils soient devenus une couche alluviale. Dans le chenal du Var, je n'en ai presque pas vu de traces.

On retrouve des bancs de galets assez importants mais de la période pluviaire entre St-Laurent et l'aval de Colomas, surtout sur la rive gauche du Var. En cet espace, ils sont disposés ordinairement en placards le long de la paroi dessinant le grand lit diluvien.

Selon toute apparence, c'est à des crues et à des décrues que le Var des périodes pluviaire et diluvienne subissait, comme celui de la période des petites eaux actuelles, qu'il faut attribuer la facilité avec laquelle il abandonna la surface entière du delta pour se concentrer d'abord dans l'espace qui devint les vallées du Var et du Magnan, et enfin dans celle du Var proprement dit, celle où il coule aujourd'hui.

XL.

C'est entre Aspremont, Colomas et Caros avec les grandes eaux que je viens d'indiquer, que le Var commença à se concentrer. L'espace qu'il attaquait se prolonge jusqu'à la mer avec une largeur de 2,600 mètres (voyez la figure 3). Il reste la trace de l'immense cuvette qu'il dessina alors, mais l'érosion continuant toujours, il y eut bientôt une nouvelle concentration qui de réduction en réduction amena le lit à 800 mètres de largeur minimum. C'est dans cet espace que le Var resta jusqu'à ce qu'il eut achevé son œuvre, c'est-à-dire creusé son lit jusqu'au point actuel et dessiné les abrupts qui, en quelques endroits, ont encore près de 150 mètres.

Je ne prétends pas dire par cela qu'il a coulé ici un Var ayant 100 ou même 150 m. de profondeur. On verra ci-après ce que j'ai conclu à cet égard, mais je dis dès à présent que le creusement de cet immense lit s'est fait par des eaux assez puissantes pour attaquer les deux berges à la fois et mener *carrément* cette colossale opération.

La preuve, du reste, nous en est fournie par les traces que les tourbillons de ces eaux puissantes ont laissées un peu partout, mais principalement entre Colomas et St-Martin sur la rive gauche. Les coupes y sont verticales et rectilignes sur plus

de 100 mètres de profondeur. Selon une ligne horizontale les contours sont extrêmement accusés et ressemblent aux dentelures que fait une scie découpant des ornements dans un plateau de bois. Quand on pense que la roche, tranchée avec tant de netteté, est dure et compacte, on reste confondu.

Le Pô, dit-on, dans sa dernière crue, à Casal-Maggiore, attaquait sa digue par un tourbillon de 20 mètres de profondeur, et la rongeait, quoiqu'on put faire; un ou deux jours de crue de plus, et tout était perdu. Qu'était donc le Var attaquant son delta et rongeant, non une frêle digue, mais une puissante formation géologique?

Quelques terrasses basses qu'on aperçoit dans ce grand chenal n'ont aucune importance, au point de vue qui nous occupe, ce ne sont que des redressements, des régularisations dans la direction du courant. On ne voit pas la moindre trace d'affaiblissement dans les eaux du Var, jusqu'au moment où il atteignit le nivellement actuel. Du reste, la majeure partie de ces terrasses, celles qui s'étendent de Ste-Pétronille à St-Laurent, ont pu être causées par le rocher trachytique, qui se trouve vers le premier de ces deux points et aura rejeté le lit du Var un peu vers l'Est (voir la carte).

CHAPITRE IX.

Les eaux pluviaires et diluviennes du Var. Sections de ses divers lits.

XLI.

Le volume de ces grandes eaux du Var ancien ne peut pas être indiqué avec précision. La masse et le mouvement des eaux dans une rivière sont choses assez mal connues; et les ingénieurs eux-mêmes avouent que, soit faute d'observations suffisantes, soit difficulté d'application, les formules ne donnent pas des résultats très-exacts. S'il fallait les appliquer à des volumes comme ceux du Var diluvien et pluviaire, les inexactitudes augmenteraient en raison des masses d'eau et de l'étendue des périmètres mouillés. Les formules des mathématiciens ne saisiraient pas mieux la rivière de la période pluviaire et diluvienne que ne le feront les tâtonnements du géologue.

Sur quoi appliquer les rigoureuses formules de la science? Le lit colossal qui nous reste n'est, pour employer une expression de circonstance, qu'un fossile assez fruste, l'eau qui l'animait est écoulée à jamais. Les traces qu'elle a laissées dans le volume de son galet, interprété comme je l'ai dit ci-dessus, indiquent, au minimum, cent fois plus de puissance qu'il n'y en a dans les eaux du Var d'aujourd'hui. Par conséquent, cent fois plus de pluie dans la contrée, c'est-à-dire 80 m. d'eau, quand à présent il en tombe 0,80 c.

La comparaison des sections des divers lits entre eux va nous fournir encore quelques indications d'autant plus précises que la pente n'a pas varié dans la vallée du Var. La fixité de la pente a été démontrée p. 40, 41 et 14. Je l'ai déduite de ce fait que l'immersion et l'émersion n'avaient été, ici du moins, qu'un mouvement d'oscillation qui n'a rien disloqué.

Le bassin du Var a été ou plus haut, ou plus bas, ou plus vaste, ou plus petit, mais est resté toujours le même. L'eau de la mer l'a plus ou moins envahi, mais n'y a rien dérangé.

Toutes les modifications que nous allons trouver proviennent donc de modifications dans le volume des eaux douces, autrement dit dans le régime des pluies. Je ne saurais trop le répèter.

XLII.

Précédemment, j'ai présenté comme une règle générale qu'un cours d'eau, livré à lui-même dans le grand lit qu'il ne remplit qu'au moment de ses crues et abandonne en partie pendant ses basses eaux, creuse toujours un lit invariable dans ses proportions en largeur et en profondeur. Le Var, quelle qu'ait été sa crue, le déplacement de ses galets, le remplissage de son lit, les accidents qui le portent souvent d'une rive à l'autre, reprend toujours la même largeur et la même profondeur, autrement dit une section invariable dans ses proportions et en relation directe avec son débit. Cette section est si fixe dans sa profondeur et sa largeur que le fleuve arrange son lit en conséquence, le remplit ou l'érode selon les circonstances, mais le régularise si bien que les gués du Var, sous les villages de Gattiéres, Carros et St-Isidore, éternellement déplacés, sont éternellement les mêmes, ni plus larges ni plus profonds une fois qu'une autre.

Il y a donc une corrélation invariable entre la largeur d'un fleuve et sa profondeur, si les matériaux, dans lesquels il ouvre son lit, sont suffisamment meubles.

Dans le cas du Var ancien les matériaux doivent être considérés comme l'ayant été suffisamment, puisque l'érosion est sous nos yeux. Si la dureté des conglomerats a produit un effet, ce fut celui de relever le niveau de l'eau en s'opposant à l'écartement normal des berges, de donner par conséquent plus de profondeur qu'il n'y en aurait eu autrement.

D'après tout ce qui précède, trouvant que le Var actuel a en basses eaux une largeur de 80 mètres et une profondeur 0,75, je conclus que le Var diluvien, qui avait 800 mètres de large, avait 7 m. 50 c. de profondeur.

Si j'applique à cette section la formule de Tadini: $V = 50 \times \sqrt{RI}$, et $Q = SV$ (1), j'ai un débit d'un peu plus de 5 milliards et demi de m. cubes par jour et une vitesse, de près de 9,50 par seconde: ce résultat me paraît excessif. Comme vitesse, personne ne sait ce que serait une masse d'eau qui courrait dans un chenal avec la rapidité d'un train de chemin de fer. Il me semble que, dans nos formules, on évalue mal l'influence du périmètre mouillé, et que la constante 50, résultant d'observations de l'époque actuelle, ne serait pas applicable aux données de notre problème qui présente des éléments inobservés jusqu'ici. La preuve de ceci c'est que les chiffres donnés par les formules ne sont pas en rapport avec ceux que donnent la marche des crues, ainsi que je l'ai déjà observé précédemment. En prenant ces derniers pour point de départ on aurait une base bien préférable à celle de toutes les observations qu'on peut faire de quelque manière que ce soit. Dans ce cas ce serait la nature elle-même qui parlerait.

Les formules sont excellentes pour des chenaux artificiels, où tout est connu. Pour chiffrer la vitesse et le débit de cours d'eau immenses comme le Var diluvien, il faut autre chose. Dans le cas présent, je ne crois ni à tant de vitesse, ni à si grand débit. Il a coulé moins d'eau par les grandes sections de 800 mètres de large pour le Var et 5,000 mètres pour le Rhône, qu'on ne le dirait au premier abord.

En présence de l'immensité de la section du lit diluvien, nous n'avons qu'à nous taire et à déclarer qu'un phénomène d'une incommensurable puissance a passé ici. Rien d'analogue ne se meut en ce moment sur la face de la terre.

(1) V, est la vitesse; R, la section divisée par le périmètre mouillé; I, la pente; Q. le débit; S, la section.

XLIII.

Pour que mon langage ait plus de précision et pour qu'on saisisse mieux ce que peut être la masse des eaux qui ont coulé dans le Var pluviaire et diluvien, après avoir fait mes réserves sur ce que valent ici les formules de nos mathématiciens et de nos physiciens, j'ai calculé toutes ces quantités. Mais pour qu'il soit bien évident qu'ici, plus encore qu'ailleurs, je ne veux pas donner de chiffres, je me bornerai à énoncer les choses en gros.

Le Var de la période pluviaire avait avec

2 m. de profondeur, moins de 5 m. de vitesse et plus de 700 millions de mètres cubes débités par jour.

7 m. 50 c. de profondeur, moins de 9 m. 50 c. de vitesse et plus de 5 milliards de mètres cubes débités par jour.

10 m.	de prof.	11 m.	de vitesse	7,6	milliards	de m. cubes	débités par jour.
20	—	15	—	21		—	—
30	—	18	—	30		—	—
40	—	21	—	54		—	—

Le bassin du Var ayant une superficie de 2.665 kilomètres carrés et recevant cent fois plus de pluie qu'aujourd'hui, c'est-à-dire une tranche d'eau de 80 m. par an, avait une masse totale de 213.200.000.000 m. cubes à débiter par an, et par jour de 584.109.588 m. cubes, si le débit avait été régulier. Cette quantité donne un peu moins de 2 m. de profondeur dans le grand lit et représente quatre fois environ nos plus grandes crues.

Les allures des années de la période pluviaire étant évidemment celles des années de la période sèche actuelle, les mouvements de crue et de décrue du Var devaient être comme ceux d'à présent, seulement avec d'autres proportions. Les crues et les décrues se succédaient alternativement; il y avait entre elles des différences de 100 et 200 volumes, le volume étant supposé être cette moyenne idéale du débit de chaque jour, si le fleuve n'avait ni crue, ni décrue.

Dans ces conditions le Var pluviaire, en grandes eaux, débitait 6 et 12 milliards de m. cubes par jour et avait de 8 m. 50 à 13 m. de profondeur d'eau, c'est-à-dire plus de cent fois ce qu'il débite actuellement.

Ces 13 m. sont la profondeur qu'ont eue beaucoup de cours d'eau de nos contrées pendant l'époque pluviaire, c'est celle qu'on retrouve le plus souvent accusée par les terrasses qui

abondent dans presque toutes les grandes vallées où existe une rivière d'une certaine importance.

La classification des cours d'eau d'après leur profondeur et d'après la hauteur des banquettes témoignant de niveaux anciens n'est pas faite et serait fertile en enseignements du plus haut intérêt.

XLIV.

Le niveau des eaux diluviennes proprement dit est tout différent de celui de la période pluviaire, il est beaucoup plus élevé et doit approcher de 40 m. C'est du moins ce qui semble résulter de la comparaison du niveau du véritable diluvium avec celui de certaines terrasses qui paraissent indiquer le niveau du radier des eaux à ce court moment.

Les terrasses dont je parle ici ne peuvent pas se confondre avec celles dont il était question tout à l'heure. Elles sont situées vers Colomas, à des niveaux de près de 300 m. d'altitude. Le diluvium est cette alluvion rouge et lie de vin qu'on appelle lehm dans la vallée du Rhône et que je décris dans le chapitre suivant. A Colomas, le niveau de l'alluvion et la trace du radier ayant porté l'eau diluvienne sont déjà assez explicites; mais ils le deviennent bien plus vers l'embouchure du Var, là où l'écartement des berges et où la terrasse diluvienne H B N M de la coupe IX, avaient comme disposé un emplacement pour recueillir l'alluvion de cette époque: on peut, en cet endroit, constater facilement cette étonnante profondeur d'eau de 40 m. et peut-être de plus encore.

Devant un pareil fait je n'ose rien conclure: quand on est en présence d'un événement comme le déluge, il faut savoir ignorer bien des choses. Retrouver sa trace, entrevoir ses proportions est sans doute tout ce que notre faiblesse peut saisir. L'obscurité qui s'étend sur les détails est une nouvelle preuve que nous sommes bien ici en présence de ce qui caractérise le vrai phénomène ; car si le déluge fut violent, il fut encore plus court. La hauteur précise des eaux passagères ne se marque pas, dans les vallées, d'une manière facile à indiquer.

Si l'étude que je viens de faire de la section du grand lit du Var ne nous a pas appris tout ce que nous en attendions, elle nous a tout au moins enseigné que le chiffre de 100 fois le volume actuel des eaux et des pluies était trop faible. Dès le début, le fait me paraissait certain, car je m'étais efforcé de

choisir pour moyenne des galets le chiffre le plus bas possible, et je n'avais, surtout, tenu aucun compte du volume énorme des galets et fragments des diluviums de Levens et de Villars; mais dans une analyse complète, qu'elle soit chimique ou géologique, rien ne se perd.

Nous sommes au-dessous de la vérité en considérant les eaux diluviennes comme n'étant que 100 fois plus fortes que celles d'à présent: pourtant je n'ose pas changer mes chiffres, car les phénomènes qui se rapportent aux dépôts de Levens et de Villars sont extrêmement compliqués et je ne les ai pas encore assez étudiés: mais ce qui est vrai pour 100, le serait pour 150 ou plus s'il le fallait. Du reste, je crois avoir montré assez d'eau pour que le déluge puisse être tenu comme prouvé (1).

XLV.

Ainsi que pour les petits ravins du delta, c'est par l'aval que commença le creusement du chenal du Var. Les terrasses de Colomas en font foi, elles sont à 2 et 300 mètres au-dessus de la mer, et le fleuve formait ici une cascade, quand toute la partie aval était creusée. En parlant de cascade, je n'imagine rien qui ne se retrouve encore dans le delta. Il en existe une au milieu du ravin de la Mantéga: elle est sans eau, mais le ressaut est intact et en cas de pluie l'eau l'anime encore. C'est, du reste, par des cascades ou des rapides, je l'ai dit précédemment, que les ravins se sont creusés, ainsi que se creusent sous nos yeux, dans les bancs de gravier du Var et du Paillon, les petits ravins qui les découpent.

(1) Note pendant l'impression. — Dans un travail de M. Tardy (bull. de la Soc. Géologique de France 1872, p. 562), je lis que M. Gastaldi, de Turin, a trouvé que les cours d'eau auraient, en Italie, débité autrefois deux cents fois plus d'eau qu'aujourd'hui. J'ignore où a paru le travail du savant italien, et le temps me manque pour le chercher, mais je suis heureux de constater que mes recherches sur le Var me conduisent à des résultats très-voisins des siens.

CHAPITRE X.

Le lehm ou diluvium rouge.

XLVI.

C'est au moment où le Var venait de couvrir de ses gros galets le plateau du delta et quand il commençait à se concentrer dans son chenal, qu'arriva le paroxisme des grandes eaux. Les alluvions prirent un caractère qu'elles n'avaient jamais eu, qu'elles n'ont gardé que peu de temps et dont, depuis, elles n'ont offert aucun autre exemple. Elles étaient jaunes, elles devinrent rouges et argileuses, et projetèrent sur le delta une légère couche d'alluvion rouge qu'on appelle lehm ou diluvium rouge. J'emploierai ces deux noms indifféremment; le premier, parce qu'il est consacré dans la vallée du Rhône et que le Var fait partie du même bassin hydrographique; le second, parce qu'il rend bien ma pensée, car il s'agit ici de l'alluvion caractéristique du déluge proprement dit.

Les éléments, qui constituent le diluvium rouge, sont de l'argile siliceuse avec de petits grains de silice, quelquefois de feldspath et des parcelles de mica. La teinte rouge est donnée par le péroxyde de fer. Je n'ai jamais trouvé dans cette alluvion aucun fossile, ni fluviatile, ni terrestre. Cette particularité est très-importante, d'abord par elle-même et ensuite par la différence qu'elle établit entre le lehm rouge et le lehm jaune de la vallée du Rhône: et entre ces deux lehms et le lehm lie de vin dont je parlerai ci-après. Dans cette vallée, ces deux alluvions sont associées l'une à l'autre, mais elles ne se confondent pas: dans le Var le lehm jaune fait complétement défaut. Le lehm rouge se fendille souvent par dessication, ce que ne fait jamais le lehm jaune. Le fer parfois est si abondamment répandu dans cette alluvion qu'il forme, avec l'argile, des coagulations qui ressemblent presque à des minerais. Le lehm ne contient pas de carbonate de chaux ou seulement des quantités à peu près inappréciables.

Le diluvium rouge s'étend comme un manteau sur la formation du delta, il a une épaisseur de 15 à 20 c., excepté dans quelques endroits creux et abrités du côté du nord: sa profondeur dans ce cas devient considérable. Comme il ne représente qu'une couche mince de matériaux meubles, il ne se retrouve pas

partout. C'est une alluvion légere qui ne s'est pas fixée sur les surfaces exposées directement à l'action du courant, mais s'est accumulée dans les remous qui sont à l'aval des obstacles: aussi l'orientation des surfaces teintées change d'une rive à l'autre. Les points rouges regardent l'extérieur; les points jaunes l'intérieur du côté du fleuve, à l'amont.

Colomas, qui dans le delta a joué le rôle de point d'émission des galets, a eu encore le même rôle dans l'émission du diluvium : aussi ce n'est pas là qu'on le retrouve, non plus qu'aux extrémités Est et Ouest, mais dans une double zone qui part de l'embouchure du Var et remonte au nord, en deux branches, pour aller se perdre du côté de la Sérène et du côté de la Gaude. Le lieu où le diluvium rouge est le plus abondant, c'est près de l'embouchure du Var, à St-Laurent et surtout à la station du chemin de fer. Au cimetière de Caucada il atteint plusieurs mètres de puissance. De là il s'étend jusqu'à Nice, mais va toujours en s'affaiblissant.

Cette disposition du lehm nous donne la date géologique de son émission. Il a paru quand la côte était complétement émergée; c'est pour cela qu'il s'est accumulé au pied de l'obstacle que les eaux franchissaient. Si l'émersion était achevée, le creusement des ravins ne l'était pas. Les traces de l'état des choses, existant à ce moment dans le delta, se reconnaissent un peu partout, dans le fond des ravins et dans ces terrasses qui sont sous Colomas, montent à près de 300 mètres d'altitude et sont chargées de diluvium dans leurs anfractuosités.

Avec un lit dont le radier était relevé à ce point et qui probablement gardait ce niveau jusque vers St-Isidore, il suffirait d'une crue de 40 ou 45 m. pour répandre encore une dernière fois les eaux boueuses du Var sur le delta et porter le lehm aux points où nous le voyons.

Le chenal du Var, sous Colomas, était déjà assez accusé pour qu'aucun galet gros, ni petit, ne suivît les alluvions rouges et n'allât sur le delta avec elles.

Depuis que le diluvium rouge a été répandu sur le delta, rien n'est venu le recouvrir. Il est ici, comme dans le Rhône, la dernière des grandes alluvions que nous retrouvons sur le sol.

Les environs de Nice nous montrent le diluvium rouge, en dehors du delta du Var, dans beaucoup d'endroits bas et ordinairement situés au-dessous de roches jurassiques. On le trouve dans le bassin du Paillon où, comme je l'ai dit, il est assez mal caractérisé, à la Réserve, près du Port, et à Antibes, sous le phare de la Garoupe.

La présence sur le bord de la mer de ces petits dépôts de lehm, rapprochée de celle de la même alluvion sous l'abrupt du delta, nous prouve que lorsque ce phénomène s'accomplit la contrée était complétement relevée.

Le peu d'épaisseur du diluvium prouve que les eaux qui le portèrent ne coulèrent qu'un instant.

Quand le lehm rouge cessa de dominer dans le Var, les matériaux qui le constituent revinrent progressivement à ce qu'ils étaient auparavant, c'est-à-dire des sables argileux jaunâtres. Du passage du limon rouge, il leur resta quelque temps une nuance lie de vin très-claire qui domine dans les alluvions de la dernière époque. Ces matières abondent vers la station du Var, sont à côté et au-dessus du diluvium rouge et s'élèvent à une altitude de 35 à 40 m., ainsi que je l'ai déjà remarqué précédemment. Je reviendrai sur ce qui concerne ce diluvium, c'est par lui que je finirai ce chapitre.

XLVII.

Le lehm rouge étant composé d'argile avec de la silice en grains quelquefois assez apparents, et des parcelles de mica, est une véritable roche d'alluvion, c'est-à-dire une de ces roches qui naissent dans une vallée et n'en sortent pas. Elles sont le produit d'une ou plusieurs inondations, en suivent les phases et en restent la preuve incontestable.

Le diluvium rouge ne se rencontre que dans les vallées où existent des couches calcaires plus ou moins ferrugineuses appartenant aux étages crétacés et jurassiques. Il abonde ou se raréfie selon l'abondance ou la dureté de ces roches, leur facilité à se désagréger sous l'action des pluies; en d'autres termes, selon que les argiles rouges ferrugineuses se forment plus ou moins facilement, sont plus ou moins abondantes sur les strates calcaires.

Le lehm rouge commence avec une certaine brusquerie dans un point quelconque de la vallée situé à l'aval des calcaires et argiles. Il est plus ou moins abondant, forme des nappes plus ou moins épaisses, régulières et étendues. Si la vallée se prolonge, le lehm finit par des dégradations insensibles qui rendent presque insaisissable le point où la trace de sa présence est reconnaissable dans l'alluvion.

Trouver dans nos contrées une alluvion argilo-siliceuse avec des grains de feldspath et des parcelles de mica est chose

toute naturelle; la trouver rouge le serait également si toutes les autres alluvions étaient rouges; mais comme elles ne le sont pas, le diluvium rouge est une anomalie dont je dois chercher l'explication.

Avant tout je ferai observer que le diluvium rouge n'a pas pris sa couleur sur place, comme quelques géologues le prétendent, mais qu'il est arrivé sur nos plaines et dans nos vallées tel que nous le voyons. Ceci se démontre par l'examen de nombreuses coupes qu'il est facile de relever un peu partout, dans les endroits où abonde le diluvium rouge et surtout par la comparaison de l'alluvion elle-même avec certains dépôts qu'on trouve en maints endroits, surtout sur les pentes. Ces dépôts se décomposent par l'effet des agents atmosphériques et par ce fait prennent la couleur rouge qu'ils n'avaient pas auparavant.

Voici la cause à laquelle j'attribue la production de cette coloration rouge dans l'alluvion de nos cours d'eau, coloration qui vint inopinément, dura peu et disparut en s'atténuant.

Les terrains jurassiques, soulevés depuis longtemps, avaient subi la lente désagrégation que leur font éprouver les agents atmosphériques. Le carbonate de chaux, dissout par l'acide carbonique qui accompagne toujours un peu les eaux de pluie, avait été entraîné par elles et il n'était resté qu'un sédiment rouge argilo-siliceux teinté par le fer contenu dans la roche.

Les calcaires jurassiques, pour contenir une quantité notable de fer, n'ont pas besoin d'avoir une nuance rouge: ainsi les roches de la côte d'Eze et de Menton qui se colorent en rouge à la surface, sont à l'intérieur d'une blancheur parfaite ou d'un jaune trés-pâle.

Comme les pluies étaient faibles dans les époques miocènes et pliocènes, ces sédiments étaient, en grande partie, restés sur place. Les pentes de nos montagnes calcaires n'avaient pas été dénudées, comme elles le sont à présent et, selon toute probabilité, elles étaient recouvertes d'une riche végétation.

Quand les pluies augmentèrent et devinrent le déluge, l'argile rouge, tenace de son naturel et protégée par des plantes, résistait encore quand d'autres terrains plus légers avaient cédé et avaient été emportés par les torrents. Enfin les pluies devinrent si fortes que tout fut détrempé et entraîné: nos montagnes furent dépouillées de leur manteau de détritus et de végétation; elles ne l'ont point recouvré.

Cette dénudation qui date du déluge ne s'effacera peut-être jamais: nous avons trop de pluie aujourd'hui pour que la croûte argileuse se réforme comme autrefois (v. p. 42, 43).

Les alluvions rouges, tombant dans les eaux bourbeuses d'une inondation, y firent l'effet d'une matière colorante. Elles ne changèrent pas la nature de ce que ces eaux tenaient en suspension; elles y ajoutèrent seulement de l'argile et du péroxide de fer. Comme ces eaux venaient de loin et étaient agitées, elles ne déposèrent leur alluvion que quand elles trouvèrent un calme relatif, c'est-à-dire des plaines où elles coulèrent lentement. Au pied des plateaux jurassiques, il ne resta rien, c'est seulement à quelques kilomètres de distance que les dépôts commencèrent à se former.

Dans le Var, vu le peu de longueur de la vallée, le diluvium rouge couvrit un espace restreint et arriva jusque sur le bord de la mer. Dans la vallée du Rhône, il finit par se mêler si bien avec les mille autres alluvions qu'on ne peut indiquer où il cesse de garder ses caractères distinctifs.

XLVIII.

En finissant je dois revenir au diluvium lie de vin qui fut l'alluvion intermédiaire entre le diluvium rouge et les alluvions d'un gris jaune qui dominent aujourd'hui dans nos rivières.

De la nuance de la composition minéralogique de cette alluvion je n'ai rien à dire, après avoir indiqué ce qu'est l'alluvion qui la précède et celle qui la suit. Je constaterai seulement que comme le diluvium rouge, le diluvium lie de vin, peu développé dans le bassin du Var, l'est beaucoup plus dans celui du Rhône. Dans ce dernier, il est plus abondant sur la rive gauche que sur la droite: ce qui tient à ce que la première est généralement trés-basse quand la seconde est haute et abrupte. Je conclus de ce fait que le lehm lie de vin, qui s'élève moins haut que le diluvium rouge et qui, sur le bord du Rhône, ainsi que sur le bord du Var, descend à sept ou huit mètres, près du niveau actuel des eaux, est la véritable alluvion de la période pluviaire qui succèda au déluge proprement dit. Les choses après, comme avant ce grand événement, se sont passées de la même façon et comme elles se passent encore aujourd'hui. Les grandes eaux n'ont pas disparu plus brusquement qu'elles n'étaient venues.

Ce diluvium lie de vin, dans le Var et dans le Rhône, est tout rempli de coquilles d'espèces vivantes, fluviatiles et terrestres.

Dans ces deux parties d'un même bassin on est forcé de reconnaître que l'identité absolue des espèces n'existe pas. Je

reviendrai sur ce qui concerne ces fossiles en traitant de ceux qui se trouvent dans le lehm jaune de la vallée du Rhône.

XLIX.

Pour complèter ce qui concerne le diluvium rouge je dois encore mentionner un dépôt qui, par sa composition et sa couleur, est encore le diluvium lie de vin dont j'ai déjà parlé. Je lui donne une place à part parce qu'il se trouve aux Cabannes un hameau de Colomas (v. la carte) à 300 m. d'altitude. Il prouve que le lhem rouge ne dura qu'un instant et que l'érosion dépassait à peine Colomas, quand l'alluvion tendait à reprendre sa couleur naturelle et que les eaux rentraient dans le régime normal de la période pluviaire: ce qui prouve une fois de plus combien fut courte la période diluvienne proprement dite.

Cette brièveté du déluge est si importante que je ne me lasse pas de la faire remarquer à propos de tous les petits détails qui peuvent nous en fournir la preuve. Ces détails sont nombreux et variés à tel point que je n'ai pas pu les réunir pour former un chapitre, mais je les ai, en quelque sorte, soulignés partout où je les ai rencontrés.

Dans cette localité des Cabannes il existe quelques autres petits dépôts d'alluvion indéfinissables, mais en rapport avec l'ensemble retrouvé partout ailleurs. Leur présence ne doit pas nous étonner en pareil lieu et leur composition être une énigme pour nous. Ce hameau des Cabannes a été le théâtre de la grande lutte du Var contre son delta. C'est ce point qui a arrêté le fleuve et l'a obligé à se détourner, il s'est donc passé ici des phénomènes secondaires qui nous échappent. Le géologue n'est pas obligé de rendre raison des détails trop minutieux, mais seulement d'assez de détails pour que les phénomènes principaux soient expliqués.

CHAPITRE XI.

Le Déluge.

L.

Les grandes pluies dont j'ai souvent parlé dans les pages qui précèdent, étant proportionnées à la grandeur des eaux des

rivières, avaient comme elles un volume cent fois plus fort que celui d'à présent. Aujourd'hui dans le bassin du Var il tombe par an une tranche d'eau de 80 c., dans celui du Rhône de 72 c. C'est donc une tranche de 80 et 72 m. qui, à une certaine époque, est tombée dans nos contrées.

Une pareille quantité d'eau, c'est une affreuse calamité, un cataclysme. C'est le déluge, en un mot, avec toutes ses horreurs, le déluge tel que la Bible nous le raconte, le déluge par la pluie et non par l'invasion d'une eau quelconque courant sur la terre comme serait, par exemple, la débâcle de quelque mer ou bien celle de ces lacs imaginaires dont on avait naguère encombré la géologie.

Ces grandes pluies ont duré longtemps, mais elles ont eu un paroxisme qui fut court, je l'ai déjà démontré et bientôt je le démontrerai encore. A la période des grandes pluies j'ai donné le nom de période pluviaire. Je réserve celui de déluge pour le paroxisme de ces grandes eaux, l'inondation par excellence, celle dont toute l'humanité a gardé le souvenir.

Relativement aux autres périodes géologiques, la période pluviaire fut très-courte, elle le fut notamment beaucoup plus que la période glaciaire qu'elle suit de plus ou moins près. La conservation de la flore et de la faune nous l'affirme d'une manière éclatante.

Les études paléontologiques, aujourd'hui mieux comprises, nous détournent de l'idée des changements brusques, des créations successives de toutes pièces, si fort en faveur dans un temps. Les recherches dans les cavernes et les découvertes pré-historiques conduisent aussi aux mêmes résultats pour des temps plus rapprochés de nous et contemporains de l'homme et du déluge.

La Bible, du reste, est en ceci complétement d'accord avec nous: Dieu sauva l'homme et les animaux, et la terre avait encore de la verdure quand les grandes eaux se retirèrent.

C'est une vraie satisfaction pour moi de voir mes déductions géologiques aboutir juste à la démonstration des faits que nous raconte le vieil historien sacré: de part et d'autre, l'identité est parfaite dans nos conclusions. Il s'agit d'un cataclysme causé par la pluie, une pluie comme on n'en avait pas encore vu et comme on n'en revit pas depuis lors, une pluie courte, accompagnée d'une inondation courte aussi.

Depuis cet événement, le cycle des périodes géologiques paraît fermé et toutes choses à la surface de la terre sont dans un repos, sinon réel, au moins très-apparent. C'est la paix du Sei-

gneur dont nous jouissons, celle qu'il a promise à Noé. C'est une grande phase géologique qui s'accomplit, celle dont les débris humains doivent être les fossiles caractéristiques.

Je ne suivrai pas Moïse dans son récit, je chercherai encore bien moins à l'habiller à la moderne. Ma main n'est point celle d'un profane. Je respecte la forme de cette vieille tradition et je me réjouis de la voir au berceau de l'humanité. Elle me donne du courage et me prouve que, seul de tous les êtres de la terre, l'homme est assez grand pour avoir des souvenirs et aussi des espérances: l'un ne va pas sans l'autre.

Plus d'une fois l'attention du Créateur s'est fixée sur nous: sa main, douce au commencement, fut rude à la fin, il a failli nous tuer: s'il nous a laissés vivre c'est qu'il a ses desseins. Plus j'étudie la nature, plus je crois à Dieu, la matière n'est pas tout et l'esprit la gouverne.

Le récit biblique nous indique, au commencement, une période de grande pluie. Noé est averti cent ans d'avance, sans doute par des inondations qui lui montrent le danger (1). Après le déluge les eaux sont encore surabondantes sur la terre (2). La sécheresse nous revient après une période de grands vents qui sont l'indice que les courants atmosphériques changent de direction, qu'ils subissent une grande transformation et passent secs là où auparavant ils versaient des torrents de pluie.

Un changement dans le régime des vents est probablement la cause du déluge. Moïse l'a dit, et le météorologiste qui vient 3,500 ans après l'historien sacré, ne peut faire mieux que de le répèter avec lui. C'est avec rien ou presque rien que Dieu accomplit les plus grandes choses. Le changement de direction des vents diluviens a été amené par le relèvement de 500 m. de nos contrées dont je parle depuis le commencement de ce travail et que bientôt j'étudierai encore.

LI.

Dans le déluge l'eau qui couvrit nos contrées revêtit deux formes bien distinctes, dont les effets dans le Var sont difficiles à saisir, mais se dégagent très-bien ailleurs. Dans les vallées et les plaines, l'eau fut l'inondation qui noie et dépose des alluvions. Dans les montagnes et les hauts plateaux, la pluie

(1) C'est la première partie de la période pluviaire.

(2) C'est la seconde partie de la période pluviaire.

qui frappe dissout et érode. 30 m. d'eau, 40 m. peut-être dans le lit du Var sont, au point de vue qui nous occupe ici, d'une importance à peu près nulle, tant la vallée est creuse et ses fiancs abrupts. Dans la vallée du Rhône et surtout dans celle de la Saône il en est tout autrement.

Quand nous essayons de comprendre ce qui se passa alors, nous saisissons à peu près ce que fut l'inondation : ses allures ressemblèrent à celles dont les fleuves débordés nous offrent trop souvent les exemples, mais rien au monde ne peut nous donner une idée de ce que fut cette pluie diluvienne. Comme intensité, elle ne dépassa peut-être pas beaucoup celle de nos plus violents orages, mais elle dura si longtemps que rien ne peut dépeindre son horreur. Une pluie d'orage de quelques heures n'est rien : la même durant 24 heures, comme dans les pays méridionaux, est épouvantable; si elle durait un ou deux mois, qui peut comprendre ce qu'elle serait.

L'année de la période pluviaire, comme l'année de notre époque sèche, devait avoir des alternatives de beau temps et de pluie. Ces 80 mètres d'eau ne tombèrent pas en une quantité égale chaque jour. Uue fois, celle qui coïncida avec le grand changement de direction du courant atmosphérique dont j'ai parlé, la pluie fut plus forte, dura plus longtemps que les autres annèes. Il tomba 25 ou 40 mètres d'eau en un ou deux mois, le tiers ou la moitié de ce qui tombait annuellement : ce fut une masse qui couvrit les montagnes et les vallées.

Les animaux cherchèrent un abri dans les cavernes et les forêts; ils quittèrent la plaine, autant que possible, gagnèrent les hauteurs. Beaucoup furent noyés, d'autres moururent de faim et de froid sous la pluie, leurs cadavres flottèrent dans les eaux et allèrent au loin dans les plaines et les vallées. Quelques-uns restèrent dans les fentes des rochers, s'y entassèrent avec les débris que charriaient les eaux et furent empâtés dans un ciment calcaire, rouge le plus souvent. Les amas qui se formèrent ainsi sont ces brèches curieuses dont l'étude a pris dernièrement de si grandes proportions et dans lesquelles on a trouvé des silex taillés, en attendant qu'on trouve des os humains.

Toutes les terres meubles et les argiles de la montagne furent entraînées avec la végétation qu'elles portaient. Les eaux les emmenèrent dans les plaines et en formèrent ces immenses alluvions où abondent des fragments de végétaux, des bancs de lignites et des fossiles de toutes sortes, au milieu desquels on remarque surtout les os des grands mammifères. Il est important

de constater que ce n'est que dans les plaines et les endroits accessibles à l'inondation diluvienne que ces dépôts abondent et que se trouvent les fossiles de nos grands animaux. Il fallait, en effet, pour les ensevelir et les conserver jusqu'à nous, une circonstance exceptionnelle qui apportât avec leurs cadavres une masse énorme de limon.

Dans le bassin du Var, je n'ai pas appris qu'on ait trouvé de fossiles diluviens : on en a recueilli quelques-uns dans celui du Paillon, au Lazaret, près du Port de Nice, à la villa St-Didier, à l'entrée des tunnels du chemin de fer. Ils étaient empâtés dans une alluvion jaune, une espèce de lehm. Le diluvium rouge recouvrait et les fossiles et les couches jaunes.

La brèche du Château de Nice est rougeâtre, ainsi que celle d'Antibes et celle de St-Vallier, près de Grasse, et toutes les brèches en général, si elles se sont formées au-dessous ou dans les calcaires, ayant donné naissance au diluvium rouge (voyez chap. X, page 54 et suivantes). Ce fait est si vrai que la caverne Grimaldi, près de Menton, ne contient que des apports et des sédiments blancs, empâtant des ossements de rhinocéros, tandis que celle du Baousse-Roussé dans laquelle M. Rivière a trouvé ses célèbres squelettes, dont je parlerai plus loin, contient dans ses couches inférieures un sédiment rouge qui pourrait bien être diluvien.

La caverne Grimaldi est ouverte sous les strates argilo-marneuses appartenant aux couches supérieures de la période crétacée, et celle de Baousse-Roussé dans des calcaires donnant sous le lavage des pluies l'argile rouge du diluvium.

Le désastre fut plus grand dans la montagne que dans la plaine, celle-ci fut inondée, mais celle-là fut ravinée et ruinée pour longtemps. Qu'on ne croie pas que j'exagère ici, c'est à peine si mes paroles rendent ma pensée : j'ai contemplé longtemps et souvent les traces diluviennes, je les ai mesurées, et aucune des forces humides qui se meuvent à la surface de la terre ne nous donne une idée de l'incommensurable puissance des eaux qui se sont abattues sur nos contrées.

LII.

La période pluviaire, après la période glaciaire, n'a rien qui doive nous surprendre. Elles sont peut-être les deux termes d'une même évolution géologique. De l'une à l'autre il y eut, du reste, un passage insensible.

L'extrême froid est difficile à concevoir. Il n'est pas encore expliqué, pourtant, on ne doute pas qu'il ait sévi sur la terre, tant les traces qu'il a laissées après lui paraissent irrécusables. L'extrême humidité, les grandes pluies de la période pluviaire et le déluge s'expliquent facilement, au contraire, mais on n'a pas encore généralement osé les affirmer parce que les faits qui démontrent leur existence ne sont pas faciles à saisir et n'ont pas été beaucoup recherchés. Par une coïncidence heureuse il arrive que les explications qu'on a données pour prouver l'existence de la période glaciaire prouvent surtout celle de la période pluviaire.

Pour avoir de la glace il faut du froid et de l'eau. On n'a rien trouvé de satisfaisant relativement au froid, mais on nous a démontré combien sont nombreuses les causes qui peuvent amener de grandes pluies. Un courant d'air chaud qui, après avoir passé sur une mer où il se charge d'humidité, se refroidit brusquement, suffit pour verser des torrents d'eau. Le refroidissement vient, soit de la rencontre d'un autre courant qui force le premier à s'élever, soit mieux encore, et c'est ici le cas, du contact d'une chaîne de montagne relevant un courant atmosphérique.

Pour notre période pluviaire le courant d'air vint du S. S.-O: après avoir passé sur la mer du Sahara qui n'a pas toujours été un désert, il butait contre la chaîne des Alpes, qui venait de se relèver de 500 mètres avec toute la contrée. La cause de la cessation des grandes pluies fut le desséchement du Sahara, qui ne laissa plus arriver sur les montagnes européennes que des vents chauds et secs contrebalançant l'apport des vents humides de l'Océan, ou mieux, qui modifia complètement le régime des courants atmosphériques.

Le desséchement récent du Sahara ne fait de doute pour personne, il est probablement en relation avec celui de la mer Morte qui est plus récent encore, car si nos phénomènes pluviaires et diluviens s'étendirent jusqu'en Asie, ils ont dû laisser plein d'eau cet immense bassin. Le niveau de la mer Morte est à peu près à 400 mètres au-dessous du niveau de la Méditerranée

Il y a un rapprochement à faire entre le Sahara, la mer Morte, la mer Rouge qui se dessécherait, si Aden, comme Suez, avait été fermé; les déserts qui, comme une immense zone, partant de la côte du Sénégal aboutissent à la pointe N.-E. de l'Asie, et forment dans notre hémisphère la zone de la sécheresse. Cette zone est longée au N. N.-O. par celle qui fut, au

moins en Europe, le théâtre de ces grands mouvements géologiques de la période tertiaire que j'ai étudiés jusqu'ici.

Après avoir vu le sol de notre Europe s'affaisser, puis se relever de 500 mètres, se refroidir au point d'être couvert de glaces puis se réchauffer, qui donc s'étonnera que le régime des pluies ait changé à son tour? Tout grand changement dans le relief du sol, dans la distribution des terres et des mers, dans la température a son contre-coup dans l'atmosphère, contre-coup qui ne nous paraît pas immédiat parce que l'homme est petit que les phénomènes géologiques sont immenses et durent longtemps: mais contre-coup qui n'est pas moins certain, qui a profondément modifié le régime des vents et la distribution des pluies.

La crise de la terre finit toujours par une crise de l'atmosphère, le déluge est à sa place quand il marque la fin de ces grands bouleversements. Tout comme l'arche quand Moïse nous la montre s'arrêtant en Arménie, près de la limite des deux zones.

La famille de Noé, qui était probablement la dernière survivante de la race Adamique, émigra en Arménie; ce qui cadre très-bien avec les origines *âryennes* que la philologie découvre pour nos peuples Indo-Européens. Dans ce pays nouveau elle se trouva en présence de plantes nouvelles (1), y prit des habitudes qu'elle n'avait pas auparavant (2). On sent tout cela plutôt qu'on ne le lit dans le récit de Moïse. Le respect traditionnel dont on entoure le vieil historien s'en trouve encore augmenté, et une fois de plus on le proclame inspiré.

Le déluge accepté comme un grand fait de l'existence de la terre, se trouve être un phénomène simple et naturel; il devient une phase de la création: c'est-à-dire de la plus haute manifestation de la puissance de Dieu. Le texte qui nous raconte ce qui se passa alors est digne de se trouver à côté du *fiat lux* du commencement de la Genèse: un texte fameux dont on a méconnu longtemps la valeur et qui aujourd'hui, que la science a su découvrir la théorie de la lumière, se trouve être l'expression exacte d'un fait simple et naturel.

Les courants humides éloignés de la zone des déserts se sont rejetés vers le N.-O. Cet événement fut contemporain des premiers temps de l'existence de l'homme, et la trace s'en est conservée non seulement dans la tradition du déluge, mais

(1) La vigne.
(2) Changement de nourriture.

encore dans les faits que l'archéologie nous démontre, car les ruines de l'ancien Orient nous révèlent l'existence de peuples riches et prospères, là où ne vivent plus que de misérables peuplades qui meurent de soif.

Je ne voudrais pas que ces dernières paroles fussent interprêtées de manière à laisser croire que je confonds les choses et les dates. Le fait du déluge prouvé géologiquement, devenu un grand phénomène de l'histoire de l'homme et de celle de la terre rentre dans les lois ordinaires et doit avoir des conséquences qui se font sentir si longtemps après lui qu'elles durent encore. Ainsi le dessèchement de la zone des déserts se continue de nos jours et l'humidité diluvienne de nos contrées se maintient encore comme le prouve la comparaison du volume des galets (v. p. 42 et 43).

LIII.

De tous mes essais pour exprimer en nombre d'années la durée des phénomènes que j'ai étudiés jusqu'ici, le plus intéressant serait celui qui permettrait d'entrevoir la date du déluge. Ce que j'ai trouvé à cet égard est bien peu de chose, je crois pourtant devoir le donner tant le public est généralement avide de tout ce qui pourrait, de prés ou de loin, jeter quelque lumière sur cette intéressante question. De plus, un détail stérile aujourd'hui peut demain servir à en éclairer un autre.

La delta du Var a subi deux sortes de dégradations :

1° Une à peu près générale (voir la coupe IX), celle qui a enlevé presque partout une tranche superficielle et creusé des vallées autres que celles du Var. Cette dégradation est d'avant le déluge ou du commencement du déluge, elle n'a rien à nous apprendre sur la date que nous cherchons. L'alluvion qu'elle a formée gît au pied du delta et constitue la banquette le long du rivage H B M N.

2° Une autre dégradation qui a creusé le chenal du Var et débarrassé les vallées, à l'amont du delta, des amoncellements d'alluvions qui les avaient encombrées pendant l'immersion. Celle-là je l'ai attribuée aux eaux du déluge.

Il est impossible de reconnaître la quantité de matériaux qui dans cette immense érosion a été enlevée par le déluge et celle qui l'a été par les eaux ayant coulé depuis cette époque. Toute l'alluvion est au fond du golfe. Et le delta du Var (v. coupe et carte), actuellement en formation, en contient la plus grande

partie. J'ai cubé cette masse avec ses annexes qui sont sur les côtés, autant du moins qu'on peut faire une semblable opération, et j'ai trouvé à peine 4,000,000,000 de m. c., c'est-à-dire moitié moins que l'équivalent du cube du chenal du Var dans la traversée du delta.

Il ne me reste rien à attribuer aux matériaux qui remplissaient les vallées du reste du bassin du Var et que j'évalue à 8 ou 10 milliards de mètres cubes. D'après ce que j'ai établi précèdemment (v. pages 19, 20 et 21), ce qui manque ici pourrait bien s'être perdu dans le remaniement des matériaux, s'être pulvérisé au point de former ces sables et ces argiles qui colmatent les vallées, flottent dans les eaux et vont au loin tapisser le fond du golfe de Nice. En ceci je n'exagère rien, la quantité de matériaux insaisissables, pour nous, n'est que trois fois celle que nous retrouvons dans les graviers et les sables formant les deltas. C'est déjà la seconde fois que nous faisons une semblable observation (v. pages 19, 20 et 21).

La conclusion à tirer de ce que je viens de dire c'est que si le delta actuel contient à peine l'alluvion diluvienne, il faut que l'alluvion post-diluvienne ne soit pas bien considérable. Cette alluvion post-diluvienne étant calculée d'après le chiffre de 10.000 m. c. par an, en 10.000 ans représente 100.000.000 de m. c. en 20-30 et 40 mille ans représente 2-3 et 4 cent millions m. c., ces quantités sont petites relativement, mais déjà appréciables. Puisque nous ne les retrouvons pas, il faut conclure que moins nous allongerons le laps de temps qui nous sépare du déluge, plus nous serons près de la vérité.

LIV.

Si le Var vient de nous montrer que le déluge est très-rapproché de nous, la Brague, une petite rivière qui se jette elle aussi dans le golfe de Nice (v. la carte et la page 16), va nous enseigner que depuis, ainsi que je l'ai fait entrevoir plus d'une fois, il ne s'est rien passé d'important dans l'ordre des choses géologiques et qu'il n'y a eu dans notre contrée du moins, ni soulèvement, ni affaissements d'aucun genre.

La Brague, née dans des strates jurassiques dures et peu disloquées, n'a jamais eu ni galets, ni alluvions considérables. Elle débouche dans une petite plaine qui s'élève de quelques mètres seulement au-dessus du niveau de la mer. Quand les pluies diluviennes ont gonflé les eaux de cette rivière, elle a érodé

la plaine. Pour que cette érosion fût possible, il fallait que la mer et la plaine fussent chacune à leur niveau, par conséquent que la contrée eût atteint tout son relief actuel.

Les strates qui constituent cette plaine sont variées, les roches voisines ont fourni les principaux matériaux, et les argiles bleues y sont très-développées. Le relief total de ces alluvions monte à 23 m. à peu près. C'est ici comme partout, le chiffre du dernier relèvement de la côte de celui qui précède de si peu les phénomènes diluviens qu'on est peut-être fondé à prétendre qu'il les a accompagnés (v. p. 13, 14, 29 et 57, et coupe VIII).

Cette date du déluge, si importante et si vainement cherchée, ne fuira peut-être pas toujours devant nous. Etant prouvé que le déluge est le dernier grand mouvement géologique accompli à la surface du globe, que les premiers trachytes du delta sont d'avant lui, mais que les seconds pourraient bien être ses contemporains. Rien ne nous dit qu'il n'existe pas dans quelque coin d'une contrée tourmentée comme le comté de Nice où tous les phénomènes géologiques se sont, en quelque sorte, donné rendez-vous, un point où nous verrons écrite cette date si ardemment cherchée. Date approximative, mais date qui dans son incertitude sera encore un progrès sur ce que nous avons aujourd'hui.

En finissant ce chapitre, qu'il me soit permis de rappeler que souvent, à propos de mille détails, j'ai dû remarquer combien sont nombreuses les traces de la brièveté du phénomène diluvien.

CHAPITRE XII.

Résumé des phénomènes géologiques reconnus dans le bassin du Var. Leur corrélation avec ceux du bassin du Rhône. Leur importance stratigraphique.

LV.

Arrivé au point où je suis et voulant jeter un coup d'œil en dehors de la vallée du Var pour éclaircir quelques points qui restent obscurs, si je m'en tiens à cet unique bassin, je crois nécessaire de dégager les principaux faits géologiques qui ont été étudiés dans les pages qui précèdent.

Le premier est la formation du bassin du Var, son relèvement par l'effet d'une pression latérale. Je n'ai fait qu'indiquer cet immense phénomène, il doit s'étendre au loin dans les hauts bassins du Rhône et de l'Isère, il a dû y disloquer et plisser plus d'une couche de terrain et augmenter ainsi la quantité de galets que ces deux rivières roulaient dans leurs eaux. Il correspond à l'époque miocène, la contrée était à ce moment de 250 mètres moins relevée qu'aujourd'hui.

Le deuxième est le mouvement d'affaissement de la contrée qui descendit jusqu'à 500 m. au-dessous du niveau actuel. Ce second mouvement, à l'inverse du premier, se fit sans dislocation, au moins, dans le bassin du Var et dans celui du Rhône inférieur et moyen, il s'étendit probablement à toute l'Europe.

L'absence de fossiles ne doit pas nous arrêter dans le cas présent et nous empêcher de reconnaître la présence des eaux marines. Les mollusques ne vivent pas facilement dans les galets, et leurs coquilles s'y conservent très-mal, nous en avons la preuve par le delta du Var. Nos grandes vallées, du reste, étaient des estuaires plutôt que des golfes, c'est-à-dire des endroits où les mollusques se repartissent avec une grande irrégularité.

L'affaissement du nord de l'Europe étant bien prouvé dans la mer Baltique, par les travaux de nombreux géologues, y ayant même amplitude et même date que dans la Méditerranée, je ne vois pas comment on s'y prendra pour démontrer que ce dernier n'est pas l'extension de celui du nord, qu'il n'y a pas deux mais un seul phénomène. Je reviendrai ci-après sur cette importante question.

Le troisième grand fait est la formation du delta du Var pendant les périodes miocène et pliocène; sa conservation parfaite pendant la période glaciaire, le relèvement de la contrée, enfin la constatation que ce delta n'est pas le seul qui existe et qu'il faudra peut-être en reconnaître un grand nombre d'autres, car outre ceux que je signalerai dans la vallée du Rhône, il s'en trouve quelques-uns sur la côte de Nice. J'ai décrit celui du Paillon, je dois décrire aussi celui de la Roya, une petite rivière qui se jette dans la mer, à Ventimille.

LVI.

La Roya est dans des conditions analogues à celles du Var, mais a moins de débit d'eau (v. fig. 7, planche V), son delta, comme celui du Var, composé de galets arrachés aux roches du bassin, s'élève à 500 m. d'altitude. Il est, à mi-hauteur à peu près, coupé par le banc d'argiles bleues et jaunes fossilifères de la côte de Nice. Vers Castel-d'Appio, il porte sur ses galets un petit lambeau fossilifère plus récent que j'ai appelé banc à pectens (v. ligne 8, planche III), que j'assimile à celui que j'ai reconnu à Biot et ailleurs (v. page 32).

La différence entre les deux deltas résulte de la configuration des bassins qui les ont reçues. A Nice, les alluvions tombaient en une vaste cuvette en forme de triangle, elles s'y sont étendues et ont formé un plateau à pente douce. A Vintimille, la côte étant plate, la pente raide, les alluvions moins abondantes qu'au Var, ont formé des nappes inclinées de près de 10 p. °/₀.

Depuis le relèvement de la contrée cette pente excessive a été cause de la ruine de ce delta. Quel que soit son état, on le restitue facilement.

LVII.

La recherche de ce qui dans le bassin du Rhône représente l'équivalent des deltas de la côte de Nice, nous mettra sous

les yeux le remplissage de la vallée que je considère comme une série de deltas plus ou moins irréguliers et incomplets, et surtout le plateau Bressan qui est, à mes yeux, le type de ces sortes de dépôts. Il s'est formé dans un bras de mer intérieur qu'il a presqu'intégralemt rempli, aujourd'hui il se trouve au centre d'un vaste continent avec un grand fleuve qui le traverse. Avant d'aborder cette étude que je veux rendre courte, autant que possible, je résumerai les principes généraux qui m'ont guidé et prendrai, comme point de départ, ce que j'ai trouvé sur la côte de Nice.

Pour le Var et la Roya, une mer très-profonde, une côte à pente très-rapide, nous ont donné une immersion et une émersion ne déplaçant guère l'estuaire. Par ce fait, les matériaux se sont accumulés les uns sur les autres, le delta s'est accusé franchement, a formé un plateau unique plus ou moins déclive qui a atteint 500 mètres d'altitude tout près de la mer.

Dans le Rhône, où la côte est basse, où la vallée, creusée de longue date, n'a qu'une pente de 0,50 cent. par kilomètre, l'immersion et l'émersion ont déplacé prodigieusement l'estuaire; aussi le delta s'est allongé indéfiniment dans la vallée, a déterminé son remplissage, remplissage qui s'élève souvent à 100 m. et plus comme près d'Avignon, St-Rambert, Valence, Lyon, etc.

Pris dans l'ensemble de toute la vallée, le remplissage est irrégulier, échelonné par plateaux qui s'étagent à la suite les uns des autres, parce que, ou l'immersion ne fut pas régulière, ou mieux encore parce que la vallée ne l'étant par elle-même et présentant une série d'étranglements et d'espaces ouverts, les alluvions s'accumulèrent irrégulièrement. Chaque espace ouvert, à l'aval d'un étranglement, peut être considéré comme un delta plus ou moins complet, dont la formation a été déterminée par un stationnement de la mer devant l'étranglement. L'étranglement dans une vallée étant toujours plus ou moins l'indice d'un relèvement brusque de la contrée, d'une sorte de gradin que la mer n'a surmonté que lentement.

La rencontre de la grande vallée avec ses ramifications secondaires, celle du fleuve avec ses affluents, donne encore lieu à de grands amoncellements de matériaux, les deltas qui s'y forment sont spéciaux à ces endroits, ont des caractères qui résultent de leur formation par l'apport de deux courants différents.

Sans l'immersion de nos contrées, point de delta; sans delta, point de ces remplissages énormes dans nos vallées. En général, une rivière ou un torrent emporte ce qu'il amène; l'accumulation des matériaux ne se fait jamais que par un change-

ment dans le nivellement. Quand ce changement est le résultat d'un accident du sol, le cours d'eau en triomphe avec le temps et il est facile de le constater : ce n'est point un delta qui se forme alors. Quand, au contraire, c'est la mer qui a arrêté le cours d'eau, modifié le nivellement ; les alluvions ont des allures toutes spéciales, et, malgré l'état ruineux causé dans les strates par les événements géologiques postérieurs, on peut reconnaître un véritable delta.

LVIII.

La grande cause de la destruction de nos deltas c'est l'érosion déterminée par les eaux douces, quand elles ont recommencé à couler et nivellé leur radier, selon les exigences de la pente nouvelle.

Quand les eaux douces, dans une vallée, reprennent possession de leur domaine, elles ne rétablissent pas toujours leur lit là où il était avant l'invasion de la mer. Ce fait est frappant dans le Bas-Rhône, vers Avignon et Tarascon : tandis que c'est le contraire qui se remarque dans la plaine de Lyon.

Ce mouvement de va et vient des eaux douces et salées explique, dans nos vallées, les alternances des terrains fluviatiles lacustres et marins. Pendant ces longues transformations, il se fit et se défit de nombreuses lagunes où vécurent de nombreux mollusques.

LIX.

Une chose très-importante à noter, c'est que dans le mouvement de relèvement, le déplacement de l'eau salée n'eut aucune action érosive. L'émersion fut plus ou moins lente, mais en aucun cas le mouvement de l'eau salée ne put être assez rapide pour éroder en quoi que ce soit. Ce fait me paraît si simple qu'il suffit de l'énoncer. On sait combien sont rares les traces d'érosion faites par des courants marins. Les strates terrestres ne sont guère attaquées que par l'action des vagues.

LX.

Le cinquième et dernier des grands phénomènes géologiques que j'ai constaté dans l'étude du delta du Var, c'est une série de variations dans le régime des pluies des périodes miocènes,

pliocènes et quaternaires. Ces pluies, faibles d'abord, puis diminuées ou transformées en neiges par le froid de la période glaciaire, ont pris tout à coup une violence extrême qui a causé ce que j'ai appelé la période pluviaire, et cette période a eu un paroxisme que j'ai reconnu être le déluge. Je ne résumerai pas ici ce qui concerne ces phénomènes, le bassin du Rhône doit encore, à leur égard, nous fournir des éclaircissements importants.

Le bassin du Var, faisant partie du bassin hydrographique du Rhône, étudier ce dernier n'est pas sortir de mon sujet. Si l'étendue restreinte du premier n'a pas permis de suivre les phénomènes comme je l'aurais desiré, la vaste surface du second, sa longueur qui le fait pénétrer jusqu'au cœur d'un grand continent, nous permettront de constater que, dans des conditions différentes, les choses se sont passées de même ou avec assez d'analogie pour reconnaître l'action des mêmes causes et par conséquent proclamer que nous avons ici des phénomènes non pas particuliers, mais généraux. En disant ceci, j'ai surtout en vue les grandes érosions de deux bassins, par conséquent les faits qui se rapportent à la période pluviaire et au déluge.

BASSIN DU RHONE.

—

CHAPITRE XIII.

État des vallées du Rhône et de la Saône pendant l'époque miocène. Formation du delta de la Bresse.

LXI.

Le bassin du Rhône est plus anciennement émergé que celui du Var. Son histoire géologique est compliquée et je n'en dirai ici que ce qui se rapporte au sujet que je traite. Je prends le bassin au moment où l'estuaire du fleuve se trouvait aux environs de la ville de Lyon, c'est-à-dire quand l'époque éocène finissait et que la contrée était à 160 m. au-dessous de son niveau actuel. Tout le bassin qui s'étend des montagnes du Lyonnais, du Mâconnais et de la Bourgogne, à l'ouest; jusqu'à celles du Jura, du Revermont et du Dauphiné, à l'Est, était, dans sa partie sud, une vaste lagune, et dans sa partie nord, une plaine basse et marécageuse.

Appliquant au passé ce que nous savons du présent, on doit croire que la Saône avait des eaux peu profondes et presque stagnantes, que son fond était vaseux et recouvert d'un immense marais. Il est probable qu'on en trouve la trace dans l'argile bleue que la rivière met à vif dans quelques endroits de son radier.

Le cours du Rhône descendait en droite ligne de St-Sorlin à Givors, il était marqué par des bancs de galets que les eaux entraînaient et au moyen desquels le lit du fleuve demeurait séparé du marécage de la Saône. C'est ainsi que les choses se passent aujourd'hui le long du Rhône, dans la traversée du marais de Culoz. On peut dire que, dès cette époque, la *balme* Bressanne était déjà indiquée.

Quand l'immersion augmenta, les dépôts s'amoncelèrent, mais conformément à la théorie que j'ai exposée page 10, ce fut par l'aval, c'est-à-dire au contact des eaux douces avec l'eau salée que l'accumulation commença. Elle alla en remontant au fur et à mesure que l'immersion augmentant, la mer gagna de plus en plus dans l'intérieur des terres. Le radier du Rhône s'éleva, la balme Bressanne aussi, et les alluvions de gravier, sables, etc., s'étendirent à l'O., dans le bassin de la Saône. Ce sont les premières alluvions bressannes qui se déposèrent.

Le bassin de la Saône cessa d'être un marais pour devenir une lagune qui gagna en étendue vers le nord, cette phase donna à la plaine du Rhône à peu près le relief de 180 à 190 m. C'est alors que se déposèrent les fossiles marins qu'on retrouve à St-Fond, à la Boucle et au bas de la Croix-Rousse. Ces fossiles sont les mêmes que ceux de la côte de Nice — voir au musée de Lyon les fossiles et la coupe par M. Jourdan.

Cette coupe est extrêmement importante et je regrette de ne pouvoir pas la reproduire ici, elle présente des alternances de fossiles marins et fluviatifs qui sont en concordance parfaite avec ce que j'ai exposé dans ce livre.

Pour ne pas y revenir j'ajouterai que les fossiles marins ne sont qu'à la partie inférieure et que la partie supérieure n'en contient pas. Je vois dans ce fait la preuve que la Bresse est bien le delta que j'ai déjà annoncé et que je vais décrire. Il est arrivé ici ce qui arriva dans le golfe de Nice. Quand le galet ne s'amoncela plus par l'effet de la progression de l'eau de mer qui remontait dans les terres, mais par celui du courant d'eau douce versant ses alluvions dans une mer devenue plus profonde, il se forma un cône de déjection d'abord, puis un plateau. Le mouvement du galet fut dans ce second phénomène, en sens contraire, de ce qu'il était auparavant. Il progressa de l'amont à l'aval et les fossiles cessèrent de vivre dans un pareil terrain.

L'affaissement de la contrée était à peu près de 200 mètres quand la mer atteignit à St-Sorlin, la chaîne du Jura ; comme il y avait en cet endroit un ressaut considérable, ce ne fut qu'après une augmentation de l'affaissement égal à ce ressaut que la mer put avancer de nouveau dans la contrée. L'affaissement étant lent, la station des eaux en ce point fut très-longue: les dépôts devinrent si énormes qu'ils couvrirent une grande partie de la plaine lyonnaise et constituèrent le plateau Bressan.

Le delta qui se forma alors a pour point d'émission le défilé de St-Sorlin et pour circonférence une ligne qui partant de St-

Quentin (Isère), passe par Ste-Foy, suit à peu près le cours de la Saône et se perd dans la Bresse Châlonaise. Il est enfermé, à l'E. et au N., dans une cuvette encaissante formée des montagnes du Dauphiné et de celles du Jura méridional.

Tout l'espace qui, à ce moment, s'ouvrait devant les alluvions du Rhône, n'a pas été rempli par elles.

Les eaux qui reçurent ces alluvions étaient celles d'une lagune relativement peu profonde où l'influence des courants se fait encore sentir. Ainsi les strates se sont disposées plus horizontalement qu'à Nice.

Les graviers ont occupé exclusivement l'aire des eaux agitées. On les retrouve le long du Rhône, en Dauphiné où ils abondent, et à l'Est de la Bresse où ils ne s'étendent pas loin. De ce côté il alla surtout des sables légers et des argiles. Ceux-là se sont déposés les premiers, ils dominent dans la Bresse du sud; celles-ci allèrent plus loin et remontèrent jusqu'au nord. Elles s'y sont mêlées à d'autres argiles versées dans le haut de la vallée de la Saône par diverses rivières et constituent la Bresse Châlonaise.

Le gravier descendit avec le Rhône, il ne dépassa pas la ligne de Lyon et forma un plateau terminé par un talus de 45° dont le côteau de Ste-Foy, côté sud, sous la redoute, nous offre le relief parfaitement conservé. De ce point le talus se prolongeait à l'E., jusque vers St-Quentin et s'allongeait très-peu à l'O., du côté des montagnes du lyonnais. Car chose assez singulière qui rappelle d'une manière frappante l'abrupt terminal du delta du Var, et tient ici comme à Nice, à ce que la force de propulsion du galet était épuisée en cet endroit, le delta s'arrêta net par une pente rapide avant d'atteindre les montagnes, laissant le plateau de Ste-Foy et de Fourvière isolé du côté du S.-O. Ce plateau n'avait alors que 220 à 230 m. d'altitude, ce qui représente le niveau d'immersion de la contrée. Le relief d'aujourd'hui ne fut complété que plus tard par les phénomènes glaciaires quand la contrée eut baissé encore plus.

Ce banc de galets, du côté du sud, s'arrêtait avant le plateau de Venissieux, il se continuait, en cet endroit, par un banc de sable peu élevé qui est devenu depuis la mollasse de St-Fond. Le sable, toujours, va plus loin que le gravier (1).

Les témoins qui restent de l'existence de ce delta du Rhône sont en dehors des berges de Ste-Foy et des balmes bressannes, les buttes de St-Prix, de Bron, de Meysieux.

(1) Les graviers qui sont à l'aval de Ste-Foy et vont jusque sur Givors, me paraissent être de ceux que j'ai appelés *remplissage de la vallée* et dater par conséquent d'avant le dépôt du delta proprement dit.

LXII.

Une des preuves les plus fortes qu'on puisse citer pour établir que la plaine lyonnaise a été réellement remplie par un delta c'est que le nivellement général de toute cette immense formation est à peu près horizontal et même légèrement relevé aux environs de Lyon : le point culminant est à Vencia (328^{m}), quand on devrait le retrouver aux environs de Bourg (310^{m}). Les phénomènes glaciaires sont peut-être pour quelque chose en ceci, ainsi que la cassure de Pierre-Cise qui se fit postérieurement. Mais l'influence de cette dernière cause est bien faible, car elle n'a déplacé les couches que de quelques mètres. La vraie raison de ce nivellement qui, à première vue, paraît anormal, est dans l'effet du transport des alluvions par le courant du Rhône. Elles étaient plus abondantes là où le courant était le plus actif et diminuaient là où il l'était moins. C'est, dans une certaine mesure, ce qui arrive dans la traversée du marais de Culoz. Le fleuve se fait à lui-même une berge qui l'isole et domine le marais.

L'horizontalité de la Bresse et de ses strates est importante à constater, c'est un phénomène qui s'étend au loin et affecte tous les dépôts de la Saône. Ses strates ne se relèvent pas avec la contrée ; et quand les berges du lit diluvien paraissent s'abaisser, c'est le radier qui remonte et raccourcit le talus.

Le delta du Doubs, le plus considérable de tous ceux de l'amont, s'est formé avec une épaisseur bien inférieure à celui du Rhône, à Lyon. Dans un grand bassin les alluvions se règlent d'après le niveau de l'eau.

LXIII.

L'accumulation des argiles, dans la Bresse du nord, et leur grande épaisseur, ont donné lieu au découpage de la contrée en une infinité de petits vallons, tous égaux en profondeur et en étendue, qui s'entre-croisent en mille sens et représentent en grand ce que nous voyons dans un étang quand l'eau se retire et que l'argile se dessèche : les fendillements ouverts de cette façon ont été agrandis par l'action des pluies. L'accumulation de l'argile, au nord de la Bresse, est due non seulement à celle qu'amenait le Rhône, mais aussi à celle que fournissait le bassin de la Saône lui-même. Comme ce dernier, est plat, entouré de montagnes généralement calcaires, peu élevées et peu disloquées, il ne pouvait fournir que peu de sable et beaucoup d'argile.

En comparant la superficie occupée par les galets avec celle qu'occupent les argiles et les sables, on est amené à reconnaître combien, ainsi que je l'ai dit à propos du Var, les alluvions autres que les graviers, représentent un volume considérable par rapport à celui de ces derniers.

CHAPITRE XIV.

Effet dans la vallée du Rhône du mouvement d'oscillation de la contrée.

LXIV.

On remarquera, sans doute, que les cotes d'altitude du phénomène d'affaissement de la contrée ne sont pas, dans le bassin du Rhône, identiques à celles que j'ai relevées dans le bassin du Var. Si ce caractère ne se soutenait pas jusqu'au bout dans les mêmes proportions, j'y verrais une preuve que le synchronisme n'existe pas dans les phénomènes. Car j'attache ici une importance énorme aux rapprochements des altitudes et je les considère comme plus significatifs que tous les autres invoqués ordinairement en géologie: même que les fossiles, par exemple, qui dans le cas présent ne nous font point défaut.

Voici comment s'explique la différence des altitudes. Le mouvement d'oscillation de la contrée eut son centre à l'Est de la vallée du Rhône, peut-être dans la ligne des Alpes-Occidentales, ou plus loin encore. Aussi quand nous avions, dans le Var, un mouvement de 500 m. d'amplitude, il n'était à Lyon que de 400 m.

Il ne faut pas confondre ce mouvement d'oscillation tertiaire et quaternaire avec le surgissement des Alpes, entre les deux phénomènes il n'y a rien de commun que l'unité de lieu. Le mouvement d'oscillation se fit sans aucune dislocation si ce n'est peut-être, ainsi que je le dirai plus loin, celle qui releva les strates tertiaires vers Castellane, Digne, et, suivant une ligne qui de là se prolonge au nord. Ce mouvement pourrait bien avoir suivi le pied de la chaîne des Alpes sans l'ébranler, ni déranger les reliefs qu'elle avait acquis depuis longtemps, se bornant à l'abaisser et à la relever avec toute la contrée.

LXV.

Toutes les alluvions Bressannes de cette époque s'étaient arrêtées devant le courant de la Saône et n'avaient pas atteint le pied des montagnes de l'ouest. Plus tard il n'en fut plus de même, et le lhem jaune a été jusque vers elles. Je vois dans ce fait la preuve de ce que j'ai annoncé relativement au nivellement de la contrée. Elle n'était pas alors suffisamment immergée pour que la Saône, qui n'était qu'une lagune, ne reçût plus d'eau douce et n'eût pas, elle aussi, un faible courant.

Plus la contrée s'affaissa, moins les alluvions lourdes arrivèrent au delta, car l'estuaire s'éloignait du côté de l'amont. A 250 m. Dijon était sous l'eau, à 300 m. la mer avait recouvert toute la plaine de la Saône, jusqu'au pied du plateau de Langres, et la vallée du Rhône était noyée jusqu'à Belley. A 500 m., si l'immersion eût été jusque là, la mer du Nord eût communiqué avec la Méditerranée par le plateau de Langres, d'une part et le défilé de la Sahara, de l'autre. Ce défilé est entre les lacs de Genève et de Neufchâtel.

L'immersion augmentant, les petits ruisseaux secondaires ayant des longueurs insignifiantes, réduits presqu'à rien, n'apportaient plus d'alluvions. En cherchant bien on devrait trouver dans les vallées, à des altitudes moindres, des traces de leurs petits cônes de déjection. Je crois en avoir reconnu un, entre l'Arbresle et Tarare, et quelques autres encore dans divers points éloignés de Lyon. N'ayant pas eu la possibilité de les étudier, je ne veux ni les énumérer, ni en parler davantage. Mais l'immersion étant admise, la formation de ces petits cônes de déjection ou deltas est si naturelle que je ne doute pas de leur existence. J'espère que quelque géologue pourra les reconnaître et les signaler.

Les preuves de l'immersion de la contrée, sous à peu près 400 m. de profondeur, abondent dans la vallée du Rhône; on trouve des galets, a dit Fournet, au sommet de Crussol (près Valence) 380 m.; sur les flancs du Mont-Dor lyonnais, à 3 et 400 m. J'en ai trouvé moi-même un banc considérable sur le haut plateau qui domine Châteaubourg (Ardèche) 390 m. Ces bancs de galets sont incohérents, composés de roches venant de loin, partant de matériaux très-divers. A Châteaubourg un des plus gros cubait 0,7 × 0,15 × 0,30, il était de quartzite et de fer oligiste. Le sol qui supporte ce banc est de granite et de calcaire. Un peu au sud de ce point, à 200 m. d'altitude, des roches cal-

caires sont effritées, rongées et percées de grottes comme celles qu'on voit dans les endroits battus par les vagues de la mer.

Entre ces deux points, des terrasses étagées les unes au-dessus des autres avec des alluvions, indiquent comme des temps d'arrêt ou même peut-être des alternances dans les mouvements d'immersion et d'émersion.

LXVI.

Dans leur ensemble, les galets qu'on trouve à ces hauteurs ne ressemblent en rien à ceux qui ont été déposés sur le fond de la vallée du Rhône; la différence entre les deux est tellement prononcée que je me demande si ce ne serait pas les radeaux de glace de Lyon qui, descendant, parfois, jusque vers Valence auraient laissé ici des traces de leur passage. Dans cette supposition, je suis guidé par la présence de certains bancs de galets fort semblables à ceux de Châteaubourg, qui paraissent associés aux terrains glaciaires de Lyon et pourraient peut-être faire partie de la même formation?

LXVII.

L'absence de fossiles marins, ou mieux leur rareté, ne doit pas nous faire croire que la mer resta peu de temps dans la vallée du Rhône. L'immersion commencée pendant l'époque miocène dura, sans interruption, jusqu'à la période post-glaciaire. Les mollusques furent toujours rares dans ce grand golfe, l'agitation des sables et galets dut les éloigner, ainsi que nous l'avons constaté pour le Var; mais les poissons y abondèrent, témoin ces nombreuses dents de squales trouvées dans divers endroits par plus d'un géologue et celles que j'ai moi-même recueillies dans la vallée de la Gère, aux environs de Vienne.

Enfin, le refroidissement glaciaire a dû éloigner pendant longtemps tous les animaux méditerranéens qui n'étaient point habitués à pareille température.

CHAPITRE XV.

Les phénomènes glaciaires dans le bassin du Rhône.

LXVIII.

Arrivé à 400 m., l'affaissement de la contrée s'arrêta et après un temps quelconque, le relèvement commença. C'est vers ce moment que survint le grand refroidissement glaciaire. Je ne l'étudierai ici qu'en ce qui touche aux environs de Lyon et a exercé une certaine influence sur les alluvions de la vallée du Rhône.

Je dois, avant de commencer, présenter un tableau succinct de cette question.

On ignore la cause du grand refroidissement de nos contrées. On sait seulement qu'il s'étendit à tout notre hémisphère, dura longtemps et n'a pris fin qu'à une époque très-récente. Ses effets ont été, dans le bassin du Rhône, la production d'une grande quantité de glaces autour du Mont-Blanc, dans le Valais, etc., et cette glace est descendue jusqu'à Lyon, en suivant la vallée du Rhône. La présence du terrain, dit glaciaire ou erratique, rend cette proposition évidente.

Comment s'est fait le transport de cette glace? Ici l'évidence cesse. L'opinion la plus accréditée est que la glace formait un glacier comme ceux qui se voient dans les hautes montagnes, que les choses se sont passées ici comme dans les Alpes, que la glace a cheminé sur un fond plus ou moins sec, ou qui, dans tous les cas, n'était humecté que par les eaux de la fonte du glacier. Pour cheminer ainsi, les glaciers ont besoin d'une pente excessive qui ne se retrouve pas dans la vallée du Rhône. Aussi, croyant à la présence de la glace, je ne crois pas à celle du glacier. Le phénomène a, selon moi, agi par d'autres moyens. Le transport des glaces ne s'est effectué si loin que parce qu'il a été facilité par la présence de l'eau dans nos vallées. Cette manière nouvelle d'envisager la question paraît la simplifier et partant nous rapprocher de la vérité.

La coïncidence du maximum de l'immersion avec le grand refroidissement de nos contrées n'a pas été généralement aperçu par les géologues, et je ne pense pas qu'il facilite les théories par lesquelles on a expliqué cet étonnant phénomène. L'affaissement du sud de l'Europe que j'ai démontré, l'extension de ce phénomène dans la vallée du Rhône, sa date qui est pliocène et post-pliocéne ne permettent pas de supposer que l'affaissement du Nord de l'Europe sur les côtes de la mer Baltique, qui, lui aussi est post-pliocène ou glaciaire, soit un autre phénomène que l'affaissement du sud. Entre les deux, du reste, il y a identité de niveau. Le synchronisme dans les affaissements étant bien prouvé, la production de glaces immenses, à ce moment, sur notre hémisphère, ne devra plus être considérée comme le résultat d'une sur-élévation des Alpes ou du plateau qui les porte; car dans ce cas il y aurait eu des dislocations excessives que nous verrions encore aujourd'hui.

Je ne veux ni ne dois rechercher en ce moment la cause, quelle qu'elle soit, du refroidissement glaciaire. Ce qui m'importe, c'est de reconnaître les traces du passage des glaces, les limites des espaces qu'elles ont occupés. C'est grâce aux eaux sous-jacentes qu'elles ont pu descendre de la Suisse jusqu'à Lyon, franchir les étroits et tortueux défilés du Jura avec une pente qui n'est que d'un millimètre par mètre, et enfin couvrir la plaine Bressanne sans la bouleverser.

Avec une tranche d'eau d'une certaine épaisseur, la glace flotte et n'adhère pas au fond. J'ai suivi le défilé du Rhône, de St-Sorlin à Culoz, j'ai reconnu les stries et le polissage des glaces sur les roches dessinant les parois de la vallée, mais, soit parce que le fond est couvert d'alluvions, soit, par toute autre cause, je ne les ai jamais vues sur ce fond lui-même. A Belley, où il y a, à 30 m. au-dessus du Rhône un seuil que les glaces ont franchi, j'ai vu, près du sol, les traces du passage de l'eau mais non pas celle des glaces. C'est plus haut que se trouvent les stries et polissages. A Pierre-Châtel les traces glaciaires font défaut jusqu'à une grande hauteur au-dessus du fleuve (1).

(1) Ce livre était sous presse quand MM. Chantre et Falsan m'ont communiqué leurs magnifiques cartes du glacier du Rhône. Je les considère comme la plus admirable démonstration qu'on puisse imaginer du phénomène glaciaire. Si je les avait connues plutôt j'aurais peut-être changé quelques mots à ce présent chapitre parce que les glaces arrivèrent non seulement par le Rhône, mais encore par-dessus les montagnes de Bourgoing et de la Tour-du-Pin. Je soupçonnais ce fait, mais je n'aurais jamais osé l'avancer. Loin

LXIX.

Puisque je ne m'occupe du phénomène glaciaire qu'autant qu'il touche à mon sujet, je passe rapidement sur la période du plus grand froid coïncidant probablement avec le plus grand abaissement de la contrée; période pendant laquelle les eaux étaient sans courant, ce qui permettait aux glaces de s'étendre en une calotte continue. Cette calotte, descendant du haut Rhône, était bornée par les glaces de la lagune de la Saône; aussi les endroits où se trouvent ces limites sont marqués par des lignes de gros blocs alpestres et jurassiques qu'on appelle, improprement peut-être, des moraines, et qui ordinairement s'alignent à peu près du nord au sud.

Ce qui se passa alors au pied des Alpes-Suisses est, à quelques modifications près, ce qui se passa, au dire de tous les géologues, au pied des Alpes-Scandinaves, quand la mer Baltique portait, sur l'Allemagne et la Russie, les blocs et les alluvions erratiques du nord. La principale différence entre les deux phénomènes vient de ce que la disposition des lieux n'étant plus la même, il y avait devant la Scandinavie une mer libre d'obstacles qui portait, régulièrement au sud, les glaces et leurs alluvions, tandis qu'au pied du plateau Suisse, la mer étant coupée en un grand nombre de passes étroites, la circulation de la glace était fort difficile et très-irrégulière.

LXX.

Peut-être avant ce phénomène, mais sûrement après, des blocs immenses de glaces ont flotté dans la vallée du Rhône, sans flotter dans les autres et déposé, en fondant, ou en se brisant, là plus qu'ailleurs, une partie de l'alluvion connue sous le nom d'alluvion erratique ou glaciaire; voici comment on peut supposer que la chose se passa.

La mer, en avançant dans la vallée, en continuant à la couvrir de ses flots, n'en avait pas nivelé le fond comme elle fait en se retirant. Le delta qui s'était formé au débouché de St-Sorlin

d'affaiblir mon affirmation relative à la présence de la mer dans nos contrées pendant le commencement de la période glaciaire, il la confirme. Sans eau dans les vallées, le glacier n'eût pas pu aller si loin, ni franchir des lieux aussi accidentés. Les glaces pressant davantage sur le sol, en eussent altéré le relief d'une manière beaucoup plus prononcée, et les alluvions glaciaires auraient aujourd'hui, dans les vallées, une épaisseur qu'elles n'ont pas.

n'avait pas étendu partout ses alluvions. L'ancien lit du Rhône n'était qu'imparfaitement comblé, les radeaux de glaces chargés d'alluvions le suivirent et se déposèrent dans son voisinage, sur le plateau de la Bresse et la rive dauphinoise. La lagune lyonnaise qui recevait ces innombrables radeaux de glace devait être encore gelée elle-même. En hiver, elle l'était sans doute assez pour arrêter tout mouvement, mais en été, elle laissait passer la débâcle; et le courant qui de St-Sorlin portait directement sur Lyon, ne s'écartait que très-peu de la zone du fleuve.

A Lyon, du reste, soit effet d'un courant de la Saône qui n'était peut-être pas absolument nul, soit celui de la glace sur la lagune, soit augmentation du courant du Rhône dont le radier abaissé sur ce point attirait tout à lui, les radeaux de glaces s'arrêtaient sur la Croix-Rousse, Fourvières et Ste-Foy, et n'atteignaient pas le pied des montagnes: il y a entre les dépôts glaciaires et ces dernières une zone de 3 kilomètres. Une zone moins large avait été laissée par les premiers dépôts, constituant le delta proprement dit.

La plaine de Lyon a eté à peu près le point maximum du grand transport des radeaux de glace vers le midi, c'est là qu'ils ont laissé le plus de matériaux erratiques. Au-delà de ce point, on n'en trouve plus assez pour constituer une formation géologique.

LXXI.

Quand le relèvement de la contrée fut arrivé à 100 ou 150 m., ce qui représente encore, dans le bassin du Rhône, 300 et 250 m. d'immersion, les eaux avaient déjà quitté toutes les vallées supérieures. Le lac de Genève, à 334 m., avait cessé d'être en communication avec la mer. Les glaces ne trouvant plus leurs véhicules ordinaires, ne descendirent plus dans les grandes vallées. La plaine lyonnaise fut débarrassée de ses glaces, sans que pour cela la température se fut radoucie; cette disparition des glaces se fit comme celle de nos étangs, quand l'eau se retire en hiver. La glace que l'eau sous-jacente n'alimente plus ne répare pas ses pertes et disparaît plus ou moins rapidement, même quand la température ne se relève pas. Du reste, il ne faut pas nous faire illusion, la calotte de glace flottant sur l'eau n'était épaisse que dans les passes où le courant l'amoncelait, sa disparition fut donc un phènomène tout simple et accompli avec facilité.

Ce mode de retrait des glaces nous explique pourquoi on n'a signalé aucune moraine entre Lyon et les Alpes.

C'est ce retrait qui a fait croire à quelques géologues qu'il y avait eu deux époques glaciaires, quand il n'y en eut réellement qu'une seule. Le refroidissement fut une phase unique que notre terre traversa avec toute la régularité des phénomènes de l'histoire naturelle et surtout de la géologie, augmentation, paroxisme et diminution.

La combinaison de ce refroidissement avec les oscillations de la surface du sol et de plus l'envahissement et le retrait des eaux ont modifié les effets de la présence des glaces sur la terre, mais n'ont rien changé au phénomène de refroidissement général pris en lui-même.

LXXII.

Petit à petit, la plaine lyonnaise qui avait perdu sa glace perdit aussi ses eaux et resta couverte des alluvions les plus incohérentes qu'on puisse imaginer. Ce terrain si différent de tous les autres, nous servira à reconnaître l'état des lieux, à ce moment de la période du relèvement. A son tour, l'état des lieux nous servira à expliquer la formation et les phases diverses du dépôt du lehm jaune.

Le dépôt glaciaire, se superposant aux alluvions du delta, en haussa le niveau partout où il se répandit et prit, par rapport au bassin de la Saône, une position dominante qui eut plus tard une grande importance relativement à la formation et à la distribution du lehm jaune dans la plaine de Lyon.

LXXIII.

La partie du bassin du Rhône, où se faisait sentir le courant, dessinait une dépression plus ou moins accusée, qui décida de la position du nouveau lit quand les eaux douces se mirent à couler de nouveau. Cette dépression était, comme le reste, couverte de terrains erratiques: il en reste un lambeau important dans le plateau de Feysin et Venissieux que les érosions postérieures épargnèrent et que selon toute apparence il ne faut pas confondre avec l'alluvion glaciaire de la Bresse. Un long espace de temps peut avoir séparé les époques de leurs dépôts.

Les environs de Lyon offraient donc déjà de grandes inégalités.

Le plateau de Venissieux est à 222 m.; celui de Ste-Foy, à 312 m.; celui de Caluire, à 280 m.

LXXIV.

L'eau qui avait coulé pendant cette longue période ne fut point celle du fleuve proprement dit, mais celle de la lagune. Dans un golfe long, étroit et peu profond comme était celui du Rhône, des eaux douces abondantes qui tombent à l'amont, déterminent un mouvement lent, mais pourtant sensible du côté de la pleine mer.

L'eau douce ne reparut que quand l'eau salée se fut complètement retirée, c'est-à-dire quand l'émersion de la contrée que nous avons laissée à 150 m., arriva à 180 ou 200 m.

Le Rhône, à ce moment, ne coula pas encore à la surface du sol, dans la plaine de Lyon, parce que la perméabilité d'un sous-sol composé de graviers l'absorba entièrement. Ses eaux filtrèrent à travers les galets et les sables. Elles formèrent ainsi les conglomérats qui abondent dans les berges tout le long du fleuve et la curieuse mollasse de St-Fond. Il arriva ici ce qui était arrivé pour le delta du Var et ce qui arriva pour la vallée du Rhône elle-même en maints autres endroits: la mollasse y est une roche très-commune (1).

La Saône, alors, fit comme le Rhône et laissa échapper ses eaux à travers les graviers. On ne voit pas trace de son passage par la Demi-lune: et Pierre-Scise, qui n'était point ouvert, ne lui permettait pas, sans doute, de gagner le Rhône par une autre voie.

(1) Le plus souvent elle a formé une pierre à bâtir, facile à tailler et qu'on emploie beaucoup.

CHAPITRE XVI.

Le lehm jaune.

LXXV.

C'est pendant que durait l'état de choses décrit dans la fin du chapitre précédent que le lehm jaune se forma, et se répandit sur tout le plateau Bressan où il a, comme étendue, une véritable importance géologique.

Aucune rivière ne coulant sur cette immense surface, les pluies, en tombant, formaient de grandes flaques d'eau qui recevaient les résidus du lavage des terres environnantes. Ces terres sont les alluvions glaciaires jaunes et siliceuses dont j'ai parlé tout à l'heure et le résidu de leur lavage est le lehm jaune.

Le lehm est plus ou moins pur selon les circonstances particulières à chaque localité. Il est très-variable dans sa composition, passe de la terre arable ordinaire et la plus mêlée à *la terre à pisé* la plus franche. C'est, du reste, seulement quand on le trouve pur qu'on est fondé à employer le nom de lehm.

Dans cet état le lehm est une espèce de sable argileux dont voici la composition :

Quartz plus ou moins pur, — la très-grande partie.
Feldspath, mica, matières serpentineuses — assez rares.
Argile teintée en jaune par péroxyde de fer, hydraté — près d'un dixième.
Carbonate de chaux du cinquantième au huitième, selon les localités où on en recueille les échantillons.

Cette composition est aussi celle des terrains erratiques de la vallée du Rhône, à cela près que les roches peu résistantes ont presque disparu dans le lehm, tandis que le quartz, à cause de sa dureté, est devenu très-prépondérant et représente un volume qui n'est pas le sien dans les alluvions à plus gros fragments.

La preuve que le lehm est bien le produit de la décomposition et du lavage du terrain glaciaire, c'est : 1° la composition minéralogique que je viens de décrire et qu'on peut facilement reconnaître, mais en employant le microscope, car les grains sont

extrêmement petits. 2° C'est qu'on voit le lehm abonder quand il est près du terrain glaciaire et se raréfier quand il s'en éloigne. 3° Enfin c'est que sur le chemin nouveau, de Ste-Foy à Lyon, tout près du fort, on trouve la coupe suivante. Le terrain glaciaire est à la partie supérieure, le lehm pur à fossiles est au-dessous, et se rattache au terrain glaciaire par des passages évidents. Les eaux des pluies en coulant sur le premier l'ont lavé. C'est le résidu de ce lavage entraîné par elles qui est devenu le second. Les eaux ont stratifié le lehm en le déposant, à cause de la déclivité très-marquée de la montagne en cet endroit.

En décrivant l'état du plateau des environs de Lyon, quand le lehm s'y forma, j'ai sous les yeux la portion qui nous en reste : c'est-à-dire le plateau Bressan. Dans la partie où il est encore couvert d'étangs, le sol, peu raviné par l'action des cours d'eau, est resté avec les caractères qu'il avait alors.

Le lehm s'étant déposé et formé comme je viens de dire, il est tout naturel de trouver, dans ses strates, des fossiles de mollusques terrestres et fluviatiles. Les espèces auxquelles ils appartiennent sont vivantes encore dans nos contrées. La liste en a été donnée bien des fois. Voici les noms des espèces les plus communes : — Cyclostoma elegans, — Hélix arbustorum, — Hélix hispida, — Pupa inornata, — Succinea oblonga, — Limnea peregra. La plus grande partie de ces mollusques est terrestre, mais vit dans des lieux humides et voisins des eaux. La Limnea peregra vit dans l'eau douce.

De tous les environs de Lyon, le lieu qui reproduit aujourd'hui les conditions les plus favorables à la propagation des mollusques qu'on retrouve dans le lehm, c'est, dans la plaine du Rhône, l'espace que les crues envahissent, tous les ans, deux ou trois fois. Toutes les tranchées que j'ai vu ouvrir dans ce terrain m'ont montré autant de fossiles que dans le lehm et les mêmes espèces. Si la nature et la couleur du sol n'avaient pas changé, on se croirait encore à l'époque où se formait cette roche.

La phase que je viens de décrire est celle que j'appelle la *première du lehm,* celle où il contient des fossiles. Elle est la plus longue et la plus calme. La longueur de cette période est fort importante à constater.

La longueur de sa durée n'est pas seulement relative aux autres phases de la même période, de celle qui vit le lehm se former et doit en porter le nom, mais elle est longue aussi par elle-même. Pour s'en convaincre, il suffit de voir comment les choses se passent en Bresse, combien il faut de temps, sur un plateau

qui manque d'eaux vives, pour laver et accumuler dans les dépressions un dépôt de terre quel qu'il soit.

LXXVI.

Le grand fait que démontre cette longueur de la première phase de la période du lehm et surtout l'existence de ses fossiles, c'est le réchauffement de la contrée.

Il ne faut pas confondre ce fait avec celui du retrait de la glace que j'ai signalé précédemment et qui a pu se faire sans changement marqué dans la température.

Quand l'influence du réchauffement de l'atmosphère commença à se faire sentir, les glaces opérèrent leur dernier retrait et se concentrèrent dans les hautes vallées où nous les voyons aujourd'hui.

Les glaciers s'étant lentement et d'avance réduits au point de se rapprocher du volume qu'ils ont aujourd'hui, il va de soi, que leur diminution sous l'action des pluies de la période pluviaire fut à peu près nulle et n'augmenta pas sensiblement le volume des eaux dont j'aurai bientôt à m'occuper. Les phénomènes pluviaires et diluviens vont donc dans le bassin du Rhône, rentrer dans les conditions où nous les avons trouvés dans le bassin du Var. Je reviendrai sur ce détail en traitant de la nature et de l'origine des eaux diluviennes du Rhône.

LXXVII.

La *seconde phase* de la période du lehm commence quand les eaux douces ayant suffisamment augmenté cessèrent de s'écouler entre les galets de la plaine de Lyon et se montrèrent à la surface du sol. Le lehm alors fut érodé et emporté au loin : ses fossiles disparurent, car ces petits mollusques ne vivent pas dans des eaux violentes.

A la place des fossiles ce qui caractérise souvent le lehm de cette époque ce sont des concrétions de carbonate de chaux dont voici probablement l'origine. Les eaux qui déplaçaient le lehm n'étant plus celles des pluies qui sont chimiquement pures, mais celles qui ayant coulé longtemps sur des sols calcaires, emportent avec elles beaucoup de carbonate de chaux et le déposent avec les autres alluvions. A la longue, ce carbonate de chaux s'est concrétionné par l'effet d'opérations chimiques dont on connaît une foule d'exemples.

LXXVIII.

Les eaux grandissant, les érosions dans le sol commencèrent et les lits des rivières se creusèrent. Le lehm alors fut entraîné avec quelques lambeaux de terrain glaciaire. Tout devint jaune dans le Rhône, les sables et les alluvions; c'est à ce moment que furent déposés ces innombrables placards d'alluvion jaune où le lehm domine, qu'on retrouve tout le long du fleuve, dans les endroits abrités contre l'action du courant, parois de rocher, entrées des vallées secondaires et cavernes.

Les eaux agissant en ce moment sur le lehm avaient un volume énorme, je les considère comme étant celles de la période pluviaire et même celles du commencement du déluge proprement dit, ce sont elles qui ont creusé presque entièrement le lit du Rhône et érodé la plaine. C'est au milieu des dépôts qu'elles ont formés, dans les parties qu'elles ont inondées à ce moment que se sont enfouis les cadavres des animaux victimes des grandes pluies, des éléphants surtout qui périrent en masse à l'amont de Lyon.

Dans de certaines cavernes des bords du Rhône, notamment à la Goule, près Cornas, et à Soyons (Ardèche), on retrouve cette alluvion jaune empâtant des débris d'animaux d'espèces éteintes, ours, rhinocéros-tichorinus, etc., des traces de foyers et des silex taillés. Je reviendrai plus tard sur la signification que doit prendre le lehm dans ces importantes stations prè-historiques.

Ce lehm pluviaire et diluvien, c'est celui de la *troisième et dernière phase* de la période du lehm considéré en lui-même. Devant une classification plus générale embrassant un grand ensemble, cette période du lehm jaune qui est assez compliquée, ne doit être maintenue que d'une manière secondaire, elle est particulière à certaines vallées. Depuis qu'elle a pris fin, nulle alluvion jaune ne s'est rencontrée dans le Rhône.

LXXIX.

La présence du lehm jaune dans le bassin du Rhône tient évidemment à celle de l'alluvion glaciaire. Comme cette alluvion manque dans le bassin du Var, il faut croire que c'est son absence qui a causé celle du lehm.

Une certaine alluvion jaune que j'ai signalée entre Brancolar et St-Pons, dans le delta du Paillon (v. p. 33), n'est pas du

lehm proprement dit, elle a été produite lors des grandes pluies, par la désagrégation des roches éocènes, abondantes dans le bassin, et il s'est trouvé qu'elle a été, par cela même, l'alluvion du commencement du déluge proprement dit, celle qui a empâté les fossiles diluviens de nos grands mammifères. Le diluvium rouge qui se forma après, a tout recouvert l'alluvion jaune et les fossiles qu'elle contenait, parce qu'elle provient de la désagrégation de roches plus résistantes, ainsi que je l'ai exposé dans le chapitre X.

CHAPITRE XVII.

Le lehm ou diluvium rouge du Rhône.

LXXX.

Les alluvions jaunes furent remplacées par les alluvions rouges, qui sont ici, comme dans le Var, le véritable diluvium. Dans ce chapitre, je ne dirai que peu de choses du lhem rouge, je l'ai décrit en étudiant le Var (v. chap. X), je dois seulement mentionner quelques particularités qui caractérisent le diluvium du Rhône.

Dans ce dernier bassin, cette alluvion est moins rouge et ne finit pas brusquement à la mer. A cause de la longueur de la distance parcourue, elle se mélange avec les autres: et près de l'embouchure du fleuve, on est assez embarrassé pour indiquer l'endroit où le diluvium cesse d'être reconnaissable.

Le lehm rouge est parfois, surtout aux environs de Lyon, mêlé de très-petits galets, au milieu desquels se trouvent des veines argileuses noires, teintées par de la limonite.

Il est encore associé à des fragments de roches qui ont été arrachés aux montagnes de l'amont par les derniers efforts de l'eau. Ce sont des silex nectiques dont j'ai déjà rendu compte dans une autre publication (voir les notes à la fin du volume). Ils ont été répandus dans la vallée du Rhône, alors que les érosions n'avaient pas encore produit entièrement les reliefs actuels.

On trouve ces silex sur la plaine du Dauphiné, comme au sommet de la Croix-Rousse. D'après cette double altitude, on

doit croire que le diluvium rouge et toutes les alluvions auxquelles il est associé, ont cessé de circuler dans le Rhône avant que l'érosion fut achevée: ce qui serait une nouvelle preuve de la rapidité avec laquelle le déluge a pris fin.

Le fleuve d'alors, en pleine crise diluvienne, ayant tout autant d'eau qu'au moment des alluvions jaunes, n'atteignit pas la même altitude, parce que le creusement du lit, etant presque complet, contenait plus d'eau sans la laisser monter aussi haut.

Je n'ai j'amais trouvé aucun fossile dans le diluvium rouge du Rhône autre que ceux des silex nectiques: ce qui prouve bien la nature diluvienne des eaux qui les portaient.

LXXXI.

Le diluvium rouge se répandit sur le lehm jaune sans se mêler avec lui, en affectant les mêmes allures, ce qui vient du transport de l'une et de l'autre alluvion par les mêmes eaux. Ce changement brusque de couleur est dû à des causes que j'ai expliquées précédemment (voir pages 58 et 59). On ne trouve que de faibles traces de l'eau portant un mélange des deux alluvions. Après le lehm rouge, au contraire, il resta dans le Rhône un mélange de ce lehm et de toutes les autres alluvions du bassin. Cette alluvion, ici comme dans le Var, a pris une nuance lie de vin, et contient des fossiles d'espèces vivantes.

Ce diluvium est caractéristique de la période pluviaire qui suivit le déluge, comme le lehm jaune, deuxième et troisième phase, caractérise la période pluviaire qui l'a précédé.

Le diluvium lie de vin s'élève dans la vallée, d'une part, à 30 ou 40 m., environ, au-dessus de l'étiage, et de l'autre descend à quelques mètres près de son niveau. Ces cotes sont à peu près celles de la même alluvion dans le Var.

CHAPITRE XVIII.

Les galets du Rhône.

LXXXII.

Les galets du Rhône, malgré leur abondance, ne sont pas faciles à étudier. Nulle part, on a, comme dans le delta du Var, des coupes bien nettes sur une grande épaisseur, partout il y a des éboulis considérables et des alluvions: aussi l'état premier est difficile à saisir. Autant que j'ai pu m'en assurer, les faits dont j'ai reconnu l'existence dans le bassin du Var, existent aussi dans le bassin du Rhône. Les galets du delta Bressan, proprement dit, sont inférieurs, en volume, à ceux du Rhône actuel. Ceux de la période glaciaires sont nuls ou presque nuls, les fragments amenés par les glaces n'étant des galets que par exception: du reste, le refroidissement de la contrée ayant coïncidé avec le maximum de l'immersion, les alluvions que les rivières portent avec elles ont, à cette époque, complètement cessé de venir dans la plaine de Lyon.

Les gros galets diluviens ne sont venus que quand survinrent les grandes eaux. Comme le lit du Rhône était resté un peu creusé malgré l'immersion, les eaux diluviennes ne purent pas répandre les gros galets sur le delta. Restés concentrés dans le lit du fleuve, ici comme dans le Var, ils sont cachés sous des alluvions postérieures. J'en ai remarqué quelques-uns en quantité notable du côté de Meximieux, où ils sont plaqués contre les strates anciennes du delta.

Les gros galets du Rhône sont rares et moins volumineux que ceux du Var. Cette infériorité de volume est causée par l'infériorité de la pente du bassin du fleuve qui n'est que le septième de celle du Var. Les gros galets qu'on voit dans la plaine de Lyon, près de Meximieux, ne peuvent venir que de l'Ain ou du Rhône, au-dessous de Belley. Ceux qui descendaient des Alpes, retenus dans le marais de Culloz, demeurent cachés à nos regards. Le Rhône moyen et l'Ain, comme le Loup et la Gagne, n'ont jamais fourni beaucoup de galets ni d'alluvions; les strates du Jura, comme celles du Cheiron, ne sont pas assez disloquées.

Du reste, si les gros galets sont rares dans le Rhône, ils abondent dans l'Isère, vers Romans. Ainsi ce qui manque ou paraît manquer dans un endroit, se retrouve dans un autre, et le phénomène, considéré dans son ensemble, ne perd, en s'étendant, aucune des preuves, d'après lesquelles je me suis efforcé de prouver son existence.

CHAPITRE XIX.

Les érosions du Rhône diluvien.

LXXXIII.

La vallée du Rhône (1), mieux que celle de l'Isère, de la Durance et du Var lui-même, nous donne par les immenses érosions dont elle a gardé les traces, la preuve de la puissance des eaux qui l'ont attaquée.

Le delta Bressan est rongé sur un espace qui a de Loyes (Ain), à Vertrieux (Isère), 11,500 m.; de Meximieux (Ain), à Hyères (Isère), 15,000 m.; de Monluel (Ain), à St-Quentin (Isère), près de Bourgoing, 25,000 m.; de Lyon à Chaponay (Isère), 17,000 m.; de Monluel (Ain), à Jons (Isère), 5,000 m. C'est seulement entre ces deux derniers points qu'est le vrai lit diluvien que je devrai étudier ci-après. Les autres, dessinant un grand périmètre, limitent l'espace attaqué par les premiers efforts des eaux. Comme le Rhône coulait d'abord sur toute cette partie de son delta, il l'érodait partout à la fois et faisait ici ce que le Var avait fait sur le sien (voir p. 47-48-49, les coupes et la carte).

La profondeur de cet immense lit diluvien peut s'évaluer à 100 m. à peu près. La berge bressanne avec son altitude, de 310 m., donne le niveau du plateau du delta dans son intégralité; la plaine de la Valbonne, 207 et 215 m.; la plaine d'Hyéres, 204 et 212 m.; la plaine de Meyzieux, 208 m.; celle de Bron, 193 m., représentent le radier sur lequel couraient les grandes eaux.

(1) Pour tous les détails de nivellement et de géographie que suivent voir les cartes de l'état-major.

Ce n'est que progressivement que la profondeur du lit diluvien devint aussi considérable, et le volume d'eau qui le remplissait ne doit pas s'évaluer en partant d'une base aussi immense. Ici, pas plus que dans le Var, cette profondeur ne représente celle du Rhône diluvien.

Bien que les strates du sol n'aient cédé que successivement, que le torrent n'ait que graduellement abaissé son radier, on peut être assuré que la marche du phénomène fut néanmoins extrêmement rapide. Des eaux qui ont une pareille masse sont d'une énergie érodante dont on n'a nulle idée. La preuve la plus saisissante de la brièveté avec laquelle elles ont couru sur la plaine de Lyon, est le peu de traces qu'elles ont laissées dans les vallées à parois dures qu'elles parcouraient avant d'y arriver.

Ainsi, dans la gorge du Rhône elle-même, où, plus que dans celle de Morestel, les eaux ont exercé leurs ravages, on voit encore en maints endroits des stries glaciaires qu'elles n'ont pas fait disparaître.

Aujourd'hui les choses se passent de la même façon dans les inondations. Le chenal à parois dures où a coulé un torrent debordé, ne garde point de traces de la violence des eaux, quand au-dessous de lui une plaine d'alluvions est profondément érodée.

LXXXIV.

Ce qui a surtout ruiné la plaine de Lyon, c'est que le Rhône diluvien y est arrivé par deux côtés à la fois, par St-Sorlin et par St-Quentin.

Ce dernier bras dont on voit tant de traces vers Morestel et la Verpillière, a érodé tout ce qui s'étend à l'aval de Malatrais (v. pl. VII, fig. 12 et les cartes de l'état-major), jusque vers St-Symphorien d'Ozon. Sans la double action de ces deux courants, l'érosion de la plaine est incompréhensible : elle seule peut expliquer l'existence de nombreux mamelons, restes d'un plateau aujourd'hui détruit. Ces mamelons sont ceux de St-Laurent de Mure, Mions, St-Prix, Bron, Genas, Meysieux, Pusignan, Malatrais, Colombier.

Si le Rhône n'avait eu que le bras de St-Sorlin, tous ces mamelons seraient aligné selon le courant du fleuve ou mieux, reunis en une seule formation, ils dessineraient un plateau et une berge analogue à celle de la Bresse. Avec les deux bras du fleuve, rien n'est si naturel que le déchiquetage de cette

partie du delta et la disposition des mamelons qui en fait comme un éventail dont le centre est à St-Quentin et la circonférence sur le bord du Rhône, en face de Lyon. C'est la résistance du seuil de Morestel qui arrêta l'érosion de cette partie de la plaine, aussi entre les deux endroits y a-t-il une concordance de niveau remarquable.

Quand le bras de Morestel cessa de couler, il ne put pas remplir les creux que ses tourbillons avaient formés et dans lesquels nous voyons aujourd'hui des marais, il ouvrit le curieux lit où la Bourbre se traîne de Chamagnieux à Loyettes, et que les eaux, même diluviennes de cette petite rivière, n'auraient jamais creusé. J'appelle ce lit curieux à cause de sa direction en sens contraire de la pente générale de la vallée. Curieux surtout parce que c'est la masse des alluvions de l'aval qui l'a rejeté vers l'amont.

Si les eaux, débouchant par Morestel n'avaient pas été si abondantes et surtout si persistantes, nous aurions à la Verpillère, non pas un marais, mais un petit lac.

Le bras principal du Rhône, qui débouchait par St-Sorlin, trouvait devant lui les eaux de l'Ain qui le rejetait vers l'Est. La lutte des deux rivières donnait lieu à une érosion extrêmement active dont témoigne le creusement de la plaine entre Meximieux et la Balme. Les parties où le carbonate de chaux avait le plus solidifié les galets, résistèrent seules. Le massif d'Anthon, Charvieux et Malatrais, 240-280 m., émergea le premier et arrêta le Rhône du côté du sud; il le fixa définitivement entre Anthon et la balme bressanne.

Puis, le massif de St-Jean de Niost, 240 m.; celui de Chasey, 235 m., qui se relie aux collines de Lagnieux et de Ruffieux émergèrent à leur tour et la plaine de la Valbonne fut protégée contre les érosions postérieures. C'est ce qui nous a valu sa conservation dans l'état où elle était alors.

Le nivellement de cette plaine est parfait: elle est légèrement plissée d'ondulations qui ont à peine 1 ou 2 m. de relief, qui vont de l'amont à l'aval sur toute sa longueur. C'est dans un pareil état que les rivières violentes laissent leurs lits rectilignes après les crues. Le Var et le Paillon, quand ils abandonnent les graviers qu'ils avaient couverts et reprennent leurs volumes ordinaires, laissent des surfaces bien nivelées et plissées à peine de quelques petits bourrelets.

CHAPITRE XX.

Les lits diluviens et pluviaires du Rhône. Volume et profondeur des eaux du déluge. Régime des pluies pendant cette période.

LXXXV.

La comparaison des reliefs des lits, des deux bras du Rhône, de St-Sorlin et de Morestel, ainsi que le retour de ce dernier bras au lit principal, par le lit de la Bourbre à Loyettes, va nous donner la profondeur des eaux diluviennes.

Pour que le Rhône à Loyettes ait pu recevoir le tribut du bras de Morestel, il faut que les choses aient été, sinon dans l'état de relief actuel, au moins dans un état approchant.

Voici l'état actuel que je prends pour point de repère: sommet de la berge à Grolée, altitude, 203 m.; à Loyettes, 184 m. L'état diluvien se trouve dans une proportion fixe avec ces deux cotes, on le reconnaît aux terrasses qui témoignent des modifications subies par le fleuve et indiquent le niveau de ses divers radiers. C'est pour Loyettes le niveau de la plaine de Balan, 193 m.; ce sera pour Grolée celui de 206 ou 208 m. à peu prés. Rien ne peut nous fixer â cet égard; l'érosion a été trop complète à cause de l'étranglement du lit du fleuve.

Pour que le Rhône dans ces conditions ait eu assez d'eau pour passer sur le seuil de Morestel, 227 m., qui alors était sans doute moins érodé qu'à présent, pour qu'il en ait eu assez pour s'ouvrir le lit aujourd'hui occupé par la Bourbre devant Charvieux, il faut que le seuil de Morestel ait été surmonté de plusieurs mètres, ce qui suppose 235 à 240 m. de cote d'altitude et nous autorise à croire: 1° qu'il y avait à ce moment, à Grolée, 30 m. de profondeur dans le lit du Rhône, et 2 qu'il y avait eu auparavant un niveau tout différent pour les eaux circulant dans le fleuve.

Ce niveau avait été celui qui avait permis au Rhône de couvrir et d'éroder la plaine de St-Quentin et de St-Priest. Une pareille extension des eaux n'avait été possible qu'avec un plus

grand volume dans le fleuve et moins d'érosion dans la plaine. On ne peut pas évaluer le débit d'un pareil torrent: nous verrons plus tard ce que représente l'érosion.

Les grandes eaux de 30 m. de profondeur sont les seules qui aient laissé la trace de leur passage, gravée en caractères indélébiles. Elles représentent le volume des eaux du déluge rentrant dans le régime des lois ordinaires après le trouble momentané qui les en avait fait sortir et creusant un lit dans lequel elles cherchent à se fixer.

Attaqués comme ils l'avaient été et étant composés d'alluvions, le sol du plateau Bressan et le remplissage de la vallée du Rhône avaient partout cédé avec une rapidité extrême; les eaux diluviennes avaient très-vite abandonné les points où l'érosion ne se faisant pas, le lit définitif ne pouvait se fixer.

Le lit de 5,000 m. de large et de 30 m. de profondeur ne fut plein qu'un instant. La preuve en est dans ses terrasses qui sont mal indiquées le long du Rhône, et enfin dans le nivellement parfait des surfaces du radier qui nous en restent notamment dans la plaine de la Valbonne. Il n'y a que des eaux d'inondations qui laissent de grandes parties de leur lit avec un nivellement pareil (v. p. 97).

LXXXVI.

Si nous possédions plus de donnée que nous n'en avons sur le bassin hydrographique du Rhône en les comparant avec ce que nous commençons à entrevoir de l'état ancien nous arriverions probablement à quelques résultats importants. Aujourd'hui tout me manque pour entreprendre ce travail.

En tâtonnant comme je l'ai fait jusqu'à présent, en comparant entre eux les résultats auxquels j'arrive ici et ceux auxquels je suis arrivé dans le Var, j'ai les conclusions suivantes.

Le Rhône de 30 m. de profondeur, sur 5,000 m. de large, a un débit représentant près de cinq fois le débit idéal quotidien produit par les pluies de 72 m. par an. C'est l'eau du déluge se régularisant, tirant à sa fin et revenant à la proportion d'environ 100 fois le volume actuel de nos rivières, c'est la période pluviaire qui va commencer.

Pour asseoir mes calculs j'ai pris le chiffre de 72 m. de tranche d'eau de pluie par an que j'avais supposé précédemment; ai-je eu raison? Pour le prétendre, je ne mettrai pas en avant le résultat que les chiffres me donnent, mais seulement les con-

sidérations que j'ai présentées p. 65-66-67. L'état atmosphérique actuel remonte au déluge, il a commencé alors plus ou moins violemment et déterminé la crise pluviaire et diluvienne. Je laisse donc ici les chiffres complètement de côté, comme je l'ai toujours fait dans ce livre: ils ne représentent que des approximations, des tâtonnements un peu vagues permis aux géologues.

LXXXVII.

N'ayant pas pu suivre le Rhône dans les phases de sa croissance diluvienne qui n'a point laissé de traces, les grandes érosions effaçant les petites, nous le suivrons dans les phases de sa décroissance. Les lits que le fleuve a successivement abandonnés sont à côté les uns des autres.

A l'aval de Balan, entre Monthuel et Jons, le Rhône retenu par la nature des roches, qu'il ne pouvait plus entâmer et surtout par l'affaiblissement de son volume d'eau, continua de couler en réduisant son lit de plus en plus. De réduction en réduction, chaque réduction représentant un abaissement nouveau dans le radier ainsi que cela se passe sous nos yeux, dans les rivières après leurs crues, le fleuve arriva à creuser son lit de près de 30 m. au-dessous de la plaine de Balan, il le réduisit d'abord à une section de 2,000 m. de large avec 12 à 15 m. de profondeur, puis de 1,200 m. avec 7 ou 8 m. de profondeur, enfin il arriva à l'état actuel qui représente 500 m. de large avec 3 m. de profondeur.

LXXXVIII.

L'Ain, qui avait moins d'eau que le Rhône et par conséquent moins de puissance, fit en petit ce que celui-ci faisait en grand, il attaqua, au débouché de ses montagnes, tout l'espace qui s'ouvrait devant lui entre, d'une part, St-Jean-le-Vieux et Amberieux, et de l'autre, Pont-d'Ain et Loyes.

Il abaissa d'abord tout cet immense espace de 60 m. à peu près, donnant en ceci la mesure de la puissance de ses eaux. La preuve de ce grand nivellement reste dans la partie haute de la plaine, sous Ambronay, 240 m. Ensuite, l'érosion continuant, avec des eaux amoindries, l'Ain ne creusa plus son lit que de 20 à 25 m., sur une largeur de 2,000 à 2,300 m. Le niveau de la basse plaine en témoigne, il est à l'altitude de 223 m. C'est à ce moment que finit la période pluviaire. Depuis,

l'Ain s'est réduit, d'abord, à un lit de 700 à 900 m., profond de 5 à 6 m., puis à celui d'aujourd'hui qui n'a plus que 200 m. de large.

Par ce que je viens de dire, il est facile de reconnaître que les phénomènes sont plus faciles à saisir, mieux définis dans l'Ain que dans le Rhône, ce dernier a opéré sur de trop grands espaces, notre œil embrasse mal les détails, mais ce qui est vrai pour l'un, l'est pour l'autre; le petit éclaire le grand.

LXXXIX.

Les lois qui régissent ces phénomènes nous échappent en partie. Plus tard on les trouvera sans doute, en attendant, voici quelques observations que je crois d'une certaine importance. La première, c'est que l'érosion de 60 à 70 m. est à peu près celle après laquelle se fit partout le premier retrait des grandes eaux. C'est vrai pour l'Ain, nous venons de le voir, vrai pour le Rhône dans toute sa plaine et surtout dans l'érosion de l'espèce de seuil existant vers St-Quentin, vrai pour le seuil de Morestel; vrai pour le Var dans l'érosion du plateau du delta (v. p. 47 et coupe IX). C'est donc la mesure de l'érosion diluvienne proprement dite.

La seconde est celle qui résulte de la comparaison, d'une part des lits diluviens dans la traversée: 1 du delta du Var; 2 dans celui de la Bresse; 3' dans les remplissages de la vallée dont je fais aussi des deltas, ces remplissages existent pour le Rhône à Valence et à Avignon pour l'Ain à Ambronay, d'autre part avec le lit actuel de ces mêmes rivières aux mêmes endroits. Ceci se résume dans le tableau suivant.

RIVIÈRE	SITUATION	LIT ACTUEL	Lit de la fin du déluge et du commencement de la période pluviaire
Rhône . .	Amont de Lyon	500	5,000
—	— de Valence . . .	600	6,000
—	— d'Avignon . . .	900	9,000
Ain. . . .	Sous Ambronay	200	2,000
Var. . . .	Delta	80	800

Comme la pente du Rhône est loin d'être la même que celle de l'Ain et du Var, on ne peut pas comparer entre elles la profondeur des trois rivières, ou du moins les documents qui

pourraient servir de base à une pareille étude ne sont pas encore rassemblés. Toutefois celle du Rhône est connue à peu prés, et présente cet étonnant rapprochement de 3 m. aujourd'hui et de 30 m. au moment du déluge. Toujours cette différence de 10. Enfin nous avons trouvé sur les bords du Rhône ces terrasses de 12 à 15 m. que j'ai signalées comme existant un peu partout, le long de nos grands cours d'eau.

Ces derniers rapprochements seraient très-importants, nous ouvriraient une voie sûre pour arriver à mesurer exactement les grandes eaux diluviennes, d'abord, s'ils étaient plus complets, et ensuite assis sur des observations bien précises. J'ai mesuré les sections du mieux que j'ai pu, mais où commencer et où finir, quel endroit choisir pour avoir la moyenne de ces grands lits qui ne sont que des ruines, dont la profondeur est incertaine et le sera peut-être toujours (1)? Enfin, quoi qu'il en soit, puisque je recueille les épaves du passé, je ramasse tout ce qui se présente à ma portée, plus tard d'autres plus savants et plus heureux que moi, sauront peu-être utiliser ce qui n'est, aujourd'hui, qu'un rapprochement curieux mais stérile.

CHAPITRE XXI.

Preuves que les eaux du déluge sont produites par les pluies.

XC.

Ayant montré, dans le Var, que les eaux diluviennes étaient douces et produites par la pluie, il serait presqu'inutile, à propos du Rhône, de revenir sur cette question si la disposition générale de la contrée et l'état des lieux n'étaient pas différents et surtout si la chose n'était pas de si grande importance, car sans eaux de pluie, pas de déluge proprement dit.

Du reste, le déluge étant un phénomène qui s'étendit au loin, doit pouvoir se démontrer non seulement dans une vallée, mais dans plusieurs.

(1) Même pour le lit actuel, mon chiffre de profondeur n'est qu'une approximation.

C'est par les alluvions que nous allons reconnaître la nature des eaux de la grande inondation dans le bassin du Rhône.

Chaque vallée grande ou petite a ses alluvions particulières qui naissent dans son périmètre et en sortent plus ou moins entraînées par le cours des rivières. La réunion des alluvions des vallées secondaires forme celles des vallées principales, et je n'ai jamais remarqué, dans le bassin du Rhône, ni dans celui du Var, qu'aucune vallée secondaire ait reçu des apports provenant de la vallée principale. Ce qui n'eût pas manqué d'arriver, si un grand courant, venu de la mer, se fût répandu sur toute notre contrée.

Les alluvions, comme les rivières, ont donc toujours couru de l'amont à l'aval, et les eaux de la mer quand elles ont envahi nos contrées n'ont jamais rien apporté avec elles. Le diluvium n'est qu'une alluvion, je l'ai démontré plus d'une fois; comme elles, il varie dans ses matériaux, son aspect, ses altitudes, mais il ne sort jamais des vallées. C'est dans le diluvium qu'on trouve les fossiles des grands mammifères. Si la mer et non les eaux de nos rivières l'avaient apporté, nous trouverions dans ses couches, peut-être quelques fossiles marins mais point de fossiles terrestres: et tout l'ensemble de la formation serait marqué d'un cachet d'unité que nous ne lui voyons pas.

Enfin, si les dépôts diluviens avaient suivi un courant parti d'un rivage marin quelconque, ils seraient accumulés au pied des obstacles que les eaux auraient franchis, c'est-à-dire sous les crêtes de nos montagnes dessinant les points de partage des bassins de nos rivières, nous les trouverions à la naissance des vallées, précisement aux endroits où il n'y a pas une seule alluvion.

Un savant professeur a comparé, une fois, les terrains lyonnais à un cimetière d'éléphants, tant ils abondent dans le sol de cette ville et dans ses environs. Il s'étonnait de l'accumulation de ces grands proboscidiens en pareil endroit. A présent ce fait ne m'étonne plus: Lyon est, en effet, un lieu où devait attérir des corps flottants dans les eaux du Rhône et de la Saône.

C'est dans le diluvium jaune qu'on les trouve, par conséquent leur mort date des premiers temps du déluge. Le lehm rouge est absolument sans fossiles. Venu quand le désastre était complet, il n'a entraîné que des matières minérales.

XCI.

Enfin, sans les grandes pluies et les inondations d'eaux douces

qui en ont été la conséquence, comment pourrait-on expliquer conformément aux lois de l'histoire naturelle la conservation des poissons et des mollusques dans nos eaux douces. Si les grandes eaux avaient été celles de la mer, tous eussent péri à cause de la salure, et nous en serions réduits à mettre nos théories scientifiques à la torture pour expliquer quand et comment les lacs et les rivières auraient recouvré leurs habitants.

XCII.

Étant prouvé que les eaux diluviennes étaient douces, avant de pouvoir, sans crainte d'être contredit, affirmer qu'elles étaient le résultat de grandes pluies, il me reste encore a démontrer qu'elles ne proviennent pas de la fonte rapide des glaces de la période du grand refroidissement.

Puisque nous avons trouvé la trace des grandes eaux dans le bassin du Var, sans celle des glaciers, et que dans cette circonstance nous avons dû éliminer leur influence, il y a bien des probabilités pour que ce fait, vrai dans le bassin du Var, le soit aussi dans le bassin du Rhône, malgré les glaciers que nous y avons reconnus. Cette présomption va devenir une certitude en rappelant ici quelques-uns des phénomènes particuliers à cette vallée.

1° La formation du lehm jaune (v. p. 87 et suiv.), première phase, et la présence de ses fossiles deviennent inexplicables, sans un long espace de temps, sans le retrait des glaces dans les hautes vallées, autrement dit, sans leur extrême diminution.

2° La période diluvienne n'a pas pu suivre, sans transition, la période glaciaire, car sans cela cette dernière aurait fini brusquement; ce qui est contraire aux allures générales qui règlent les phénomènes que nous connaissons.

La géologie, malgré les apparences qui ont longtemps deçu nos incomplètes observations, ne fait point exception à cette règle et ne nous offre peut-être pas un seul cataclisme causé par une dislocation violente. La plupart des cassures, même les plus abruptes de la croûte terrestre peuvent, en effet, s'expliquer par une action lente tout aussi bien que rapide.

3° Les allures des glaciers d'aujourd'hui qui augmentent ou diminuent avec tant de lenteur, ne nous autorisent aucunement à croire qu'ils ont autrefois progressé ou reculé rapidement.

4 Si les glaciers avaient fondu en peu d'années, le régime des eaux diluviennes en aurait été modifié au point de ne plus

ressembler à celui des eaux restreintes que nous voyons circuler sous nos yeux; en effet celles-ci vont en augmentant de l'amont à l'aval et la section des lits des rivières les suit dans leur augmentation.

Des grandes eaux, provenant de la fonte rapide des glaces, auraient eu tout leur volume dès l'origine des vallées; et en avançant vers la mer, comme ce volume aurait tendu à diminuer plutôt qu'à augmenter, nous aurions dans nos vallées des sections de lits de cours d'eau, qui seraient grandes à l'amont et petites à l'aval.

5° La Saône a eu des eaux diluviennes, contemporaines de celles du Rhône et proportionnées à leur volume. Je ne connais pas de massif montagneux dans le périmètre du bassin de cette rivière qui ait pu contenir de grands glaciers et fournir à son grand débit.

CHAPITRE XXII.

Lignites de Soblet.

XCIII.

Pendant que la contrée s'affaissait et se relevait, la rencontre des eaux du Rhône avec celles de l'Ain, donnait lieu à un remous considérable, et les épaves végétales que celui-ci portait, arrêtées dans leur marche, après avoir tournoyé plus ou moins longtemps se déposait, à l'amont du confluent, vers Pont-d'Ain. Le gros du dépôt se trouve à Soblet, il descend jusque vers Varambon. Comme les phénomènes dont la Bresse fut le théâtre furent nombreux et variés, il y eut dans ce dépôt, qui fut très-long à former, des intermittences nombreuses; de là, ces couches d'argiles et de sable qui coupent les bancs de lignite. On a trouvé à Soblet une riche faune de mammifères terrestres, mais seulement aux parties supérieures et inférieures des bancs de lignite. Les mollusques qui accompagnent ces bancs sont exclusivement d'eau douce. Quand la mer remontait dans la vallée de l'Ain, il ne se déposait ici que des argiles et des sables. L'Ain, comme le Loup et la Gagnes, est une rivière qui n'eut jamais ou presque jamais de galets à cause de la faible dislocation des strates jurrassiques à travers lesquels il circule.

CHAPITRE XXIII.

Résumé des faits géologiques reconnus dans la vallée du Rhône.

XCIV.

Avant de passer de l'étude de la vallée du Var à celle du Rhône pour résumer ce que j'avais observé et éclairer ce que j'allais étudier sur un terrain nouveau, j'ai dû condenser dans un tableau le résultat de mes observations. Je n'ai fait alors que la moitié de mon œuvre, je dois, ici, la terminer.

La vallée du Rhône nous a offert quelques phénomènes géologiques nouveaux :

1° Celui de l'allongement indéfini du delta dans la vallée, ce qui détermina un simple remplissage dans la partie étroite et un véritable delta, quand la vallée s'étant élargie, les eaux prirent la proportion d'une petite mer intérieure. La Bresse doit rester le type de ce genre de formation. Elle présente tous les caractères du delta le mieux constitué que nous puissions retrouver sur le bord de la mer. Dans l'étroit chenal, les argiles, les sables et les galets sont disposés comme les grèves sur le bord d'un cours d'eau; dans le delta, ils sont triés selon un certain ordre et nivelés de telle sorte que leur plus grande altitude est à l'aval, près du Rhône qui les a amenés, et leur plus grand abaissement, à l'amont, dans la Bresse Châlonaise. Voici la cote d'altitude d'un certain nombre de points principaux qui peuvent servir à reconnaître ce curieux nivellement: 1° Pour la berge du Rhône, 305 m. à Meximieux; 328 m. à Vancia, près de Lyon. — 2° Pour le centre du delta, 270 m. à Bourg; 226 m. à Polliat. — 3° Pour l'extrémité du delta, 216 m. à St-Trivier de Courtes (v. les cartes de l'état-major).

2° Le Rhône a changé quatre fois la couleur de ses alluvions. De grises qu'elles étaient d'abord, elles sont devenues jaunes, puis rouges, puis rouges mêlées de jaune et de gris, ce qui se résume dans la nuance lie de vin, enfin elles sont grises dans ce moment. Le Var, pendant ce temps, de la nuance grise a passé au rouge pour revenir au gris.

Dans l'un et l'autre cours d'eau, l'alluvion diluvienne est rouge et sans fossiles. Les fossiles sont dans l'alluvion jaune qui a marqué la première phase du phénomène; elle fait défaut dans le Var, mais non dans le Paillon.

3° Pendant que la contrée finissait de se relever il se fit, près du confluent de la Saône et du Rhône, la petite dislocation de Pierre-Scise (ville de Lyon), dont j'ai déjà parlé. Ce fut un fendillement déplaçant la lèvre nord de quelques mètres seulement.

C'est à cette cassure que la Saône a dû de n'être pas restée un lac et d'avoir elle aussi son grand lit diluvien, lit immense, mais qui représente un débit relativement faible à cause de la faiblesse de la pente. Celle-ci ne devient considérable qu'en se rapprochant de Lyon. Sans la nature argilo-sableuse des roches bordant la vallée, l'érosion n'aurait jamais pris un pareil développement.

Au point de vue de la stratigraphie générale, le simple fendillement de Pierre-Scise n'a aucune importance : il n'est que le contre-coup d'un grand phénomène qui s'est accompli ailleurs.

Les dislocations de cette époque et dont j'ai déjà parlé sont situées du côté de l'Est. Elles m'ont paru avoir relevé la formation des galets, à Digne, de 150 à 200 m., et de 600 à 700 m. au col de St-Pierre, entre Barême et Castellane.

XCV.

Je n'étudierai pas ici les vallées de l'Isère et de la Durance, mais j'affirme que ce que j'y ai observé jusqu'à présent confirme pleinement les conclusions de mon travail. Les alluvions de la Durance, notamment du côté de Sisteron, m'ont offert les plus belles strates alluviales qu'on puisse souhaiter. J'ai retrouvé les gros galets du Var, les blocs énormes du diluvium de Lévens, les grandes sections diluviennes dans le lit de la rivière, des traces de l'immersion de la contrée à 500 m., enfin une régularité parfaite dans les couches alluviales qui indiquent que ni pendant, ni depuis leur dépôt, nulle dislocation ne les a dérangées.

—

XCVI.

Le Var nous avait montré des eaux diluviennes creusant un lit immense, mais sur une pente rapide et dans des alluvions cimentées par une infiltration de carbonate de chaux. Le Rhône nous montre des eaux plus immenses encore creusant un lit proportionné à leur taille, dans des alluvions de même composition.

D'après le volume des galets du Var, j'ai osé mésurer celui de ses grandes eaux ; j'ai trouvé qu'elles étaient 100 fois plus fortes que celles d'à présent. En comparant la section du lit actuel à celle du lit diluvien, j'ai cru reconnaître que j'étais peut-être au-dessous de la vérité. La section du lit du Rhône diluvien et celle du lit du Rhône contemporain me confirment dans cette idée: 100 fois le volume actuel représentent à peine le volume des eaux diluviennes. Mais si je sens que je ne dis pas assez, je sens aussi que je ne puis pas mesurer cet immense volume; et devant choisir entre deux quantités qui ne seront pas la stricte vérité, je préfère rester plutôt au-dessous qu'au-dessus.

Les grandes eaux dont je parle ici étaient déjà celles de nos rivières, car elles en ont tous les caractères Elles ont coulé de l'amont à l'aval dans chacune de nos vallées grandes et petites. Elles ont augmenté de volume en avançant vers la mer et laissé des alluvions qui ne diffèrent que par la quantité, des alluvions actuelles et qui en ont toutes les allures.

Chaque vallée a ses alluvions et ses érosions particulières. Les cols de nos lignes de faîte dans les chaînes de montagnes ne portent nulle part la trace de grands passages d'eau.

Les glaciers, presque nuls dans le bassin du Var, n'ont pu s'ils n'étaient pas fondus d'avance, comme je le crois, fournir qu'un appoint absolument insignifiant aux grandes eaux diluviennes.

Dans le bassin du Rhône, les immenses glaciers dont nous avons reconnu la présence pendant la période géologique qui a précédé la période pluviaire étaient à peu près réduits à ce qu'ils sont à présent, quand survinrent les grandes pluies. Dans le lit du Rhône, il ne reste aucune trace de la surcharge de crue qu'ils auraient déterminée en fondant brusquement.

CONCLUSION.

XCVII.

C'est la pluie et la pluie seule qui a causé les inondations diluviennes: les rivières étant alors cent fois plus fortes que celles d'à présent, les pluies l'étaient également. Telles rivières, telles pluies.

La période des grandes pluies que j'appelle période pluviaire fut courte, mais son paroxysme dont j'ai fait le déluge fut très-court. Le déluge n'est qu'un accident.

La période pluviaire exerce encore sur le climat de nos contrées une certaine influence, car les galets que roulent nos rivières sont plus volumineux que ceux des rivières pliocènes.

Que les eaux diluviennes aient eu 100 fois le volume de celles d'à présent, ou 80, ou 120, ou même 150, le fait n'en sera ni plus ni moins le déluge.

Que le déluge soit accompli depuis 10, 20, 30 ou 40 mille ans, il n'en est pas moins le dernier grand événement de l'histoire physique de notre globe: un événement dont l'homme a été le témoin et dans lequel toute notre race a failli périr.

Je l'ai déjà dit plusieurs fois, mais je veux le répéter ici encore une fois, les chiffres que j'ai donnés dans le cours de cette étude ne sont que des approximations. Je les ai employés à regret, mais si j'ai réussi à être clair, ce n'est qu'à ce prix. Ils indiquent les rapports des phénomènes entre eux, bien plutôt que la mesure des phénomènes eux-mêmes.

XCVIII.

Le fossile caractéristique du déluge c'est:

1° L'homme avec ses foyers et ses silex, taillés d'une certaine façon qu'on n'a pas encore déterminée, mais qu'on déterminera bientôt.

2° Une faune de mammifères terrestres dont un certain nombre d'espèces sont éteintes et qu'étudient ardemment beaucoup de savants éminents.

Les stations humaines d'avant le déluge sont peut-être très-rares dans nos pays, et l'étude de ces intéressantes antiquités n'est pas assez avancée pour qu'on puisse se prononcer à cet égard. Je crois être assez sûr d'avoir reconnu le lehm jaune dans la grotte de la Goule, près de Cornas (Ardèche), vallée du Rhône, pour en tirer les conséquences que voici. Ce lehm étant la vraie alluvion diluvienne, tous les objets qu'il a recouverts et empâtés sont antédiluviens; or ces objets sont : des os d'hommes, des silex taillés, des foyers, des os d'animaux d'espèces éteintes.

Le même lehm ayant été trouvé dans d'autres grottes voisines, à Soyons, que MM. le Vte Lepic et J. de Lubac, ont si bien fouillées et décrites, je n'hésite pas à reconnaître dans la grotte de Néron une habitation humaine antédiluvienne.

Les recherches auxquelles M. de Lubac s'est livré relativement aux altitudes de l'alluvion jaune sont très-intéressantes et confirment pleinement ma manière d'apprécier les phénomènes qui se rapportent au lehm jaune de la vallée du Rhône.

Les cavernes de Menton ou des Baousse-Roussé, si habilement fouillées par M. Rivière me paraissent, au contraire, appartenir à une station post-diluvienne. Ce qui m'autorise à parler ainsi, c'est non pas la nature et la forme des objets trouvés dans ces intéressantes grottes, pas même la faune qui vivait alors dans nos régions: (je laisse débattre ces questions par les savants qui s'occupent spécialement de l'époque pré-historique), mais la simple observation géologique que voici :

La côte de Nice (v. p. 13-14-29-57-69), a subi à une époque que je regarde comme contemporaine du déluge, un dernier relèvement de 23 m. Or ce relèvement a pu seul rendre habitable les grottes de Menton qui n'ont encore aujourd'hui qu'une altitude de 27 m. au-dessus de la mer.

Cette station pré-historique de Menton n'a pas encore livré toutes les richesses archéologiques qu'elle contient, et son âge probablement arrivera à prendre une précision plus grande ici qu'ailleurs, car les squelettes ont un langage que n'ont ni les silex ni les os travaillés. De plus, s'il y a au monde un lieu où la géologie puisse fournir des indications sur la durée des périodes récentes, c'est la côte de Nice avec ses deltas, ses roches éruptives et les érosions de la mer.

—

XCIX.

Je n'ai pas hésité à faire de la grande inondation dont j'ai retrouvé la trace, le déluge raconté par Moïse.

De tous les récits qui nous restent de ce grand événement, seul celui de notre historien sacré cadre avec ce que nous retrouvons encore aujourd'hui. Ses grandes pluies nous rendent raison des dénudations de la montagne, des érosions du plateau, des alluvions de la vallée, du grand lit des rivières, des gros galets et de l'accumulatiou des ossements de nos grands mammifères terrestres dans les plaines et les vallées.

Quiconque suit attentivement les travaux qui se publient sur la période quaternaire, les cours d'eau, les fouilles dans les cavernes et la recherche des stations pré-historiques ne s'étonnera pas de me voir affirmer hautement l'existence du Déluge.

On sent que quelques-unes des traces de ce grand événement ont été plus ou moins aperçues par beaucoup d'auteurs. Si je groupais ici certains passages de leurs écrits, je ne ferais peut-être pas un des chapitres les moins probants de mon livre. Mais je ne veux prêter à personne une intention, ou qu'il n'a pas eue, ou qu'il a rejetée, je me borne à dire que la question diluvienne est posée et sera bientôt résolue.

Géologues et archéologues étendent leurs recherches si loin, dans leurs domaines respectifs, que les premiers en descendant vers les temps présents, et les seconds en remontant vers le passé doivent se rencontrer. Le Déluge est le terrain commun où leurs efforts vont les mettre en présence les uns des autres.

C.

C'est quand la géologie touche aux choses se rapportant aux traditions et aux croyances religieuses de l'humanité qu'on devient exigeant: on veut des preuves qu'on appelle péremptoires. La géologie n'en fournit pas souvent; la certitude qu'on obtient avec elle n'est comparable qu'à celle de l'histoire et de l'archéologie.

Dans le fait du déluge, elle est absolue, si l'on s'en tient aux grands traits, à ceux qui constituent réellement le phénomène. Elle cessera de l'être si l'on veut aller trop loin pénétrer dans tous les détails. Il en est, du reste, ainsi en toutes choses. Les phénomènes ne sont jamais simples, jamais tranchés; des uns

aux autres, il y a des nuances, des transitions. En géologie, cette vérité est peut-être encore plus sensible que dans les autres parties de l'histoire naturelle : aussi les démonstrations ne s'y font pas en rendant compte de tous les détails, mais d'assez de détails pour qu'en quelques points le fait devienne évident. Une fois mis ainsi en lumière, chacun de nous, selon les circonstances, le reconnaît plus ou moins en maints autres endroits.

Pour comprendre les phénomènes diluviens, il m'a fallu étudier le bassin du Var et surtout son delta : ses strates sont comme les archives de cette époque lointaine. Avant de les connaître, j'avais, pendant plusieurs années, étudié la vallée du Rhône, et soit parce que les phénomènes y sont plus compliqués ou plutôt soit parce qu'ils y sont plus effacés, mes yeux n'avaient rien vu ; comme beaucoup d'autres géologues, j'étais loin de croire que la tradition diluvienne reposât sur un fait certain. C'est par degrés que je suis parvenu à soulever les voiles qui couvraient cette antique vérité.

TRACHYTE DU CAP D'AIL

Note extraite du bulletin de la Société Géologique de France, 1872.

La présence du trachyte, au Cap-d'Ail, est trop importante pour être décrite aussi succinctement que je l'ai fait dans cet ouvrage, j'ai cru, en conséquence, devoir répèter ici ce que j'avais déjà publié ailleurs.

Le point où j'ai rencontré le trachyte est sur le bord de la mer, à 1500 mètres à l'ouest de Monaco, entre le cap d'Ail et la pointe de Mala, sous le grand escarpement de la Tête de Chien, au pied du mont Agel qui domine la mer de 1149 mètres.

La côte entre Nice et Menton me semble devoir être considérée comme la lèvre nord, relevée à 549 mètres dans les rochers de la Tête de Chien, d'une immense faille, dont la lèvre sud est recouverte par les eaux ; le trachyte se montre entre les deux lèvres de cette faille.

La portion de la roche trachytique qui s'élève au-dessus de la mer mesure environ 1300 mètres de l'est à l'ouest, et 800 du nord au sud. Elle est presqu'entièrement cachée par des éboulis de la paroi de rochers qui la domine au nord ; le trachyte ne se montre à découvert qu'au cap d'Ail, sur une étendue d'environ un hectare et demi.

Les éboulis dont je viens de parler sont agglutinés, à leur surface, par un ciment calcaire, rougeâtre, en une de ces brêches si communes dans ce pays. Le trachyte ne paraît pas les avoir modifiés ; toutefois j'ai reccueilli, dans des travaux récents, des fragments de brêches calcaires percées de cavités, dont les parois sont couvertes de cristaux rhomboédriques, irréguliers, grenus, opaques.

Sur beaucoup de points on aperçoit aussi une sorte de tuf marno-terreux, jaune, qui, dans la partie ouest, plonge vers le sud et alterne avec des lits de trachyte décomposé.

Les fragments de calcaire qui constituent la brèche sont très-petits à l'ouest, très-gros à l'est ; j'en ai remarqué, sous la Tête de Chien, qui cubent plus de 400 mètres ; ces gros blocs forment une traînée qui part du pied de l'escarpement pour aboutir à côté du cap d'Ail.

Le trachyte de la Tête de Chien, comme celui de Biot et de Villeneuve, est gris-jaunâtre ; il a un aspect sableux, grenu, qui résulte d'une cristallisation imparfaite. Il renferme dans sa masse de nombreux blocs d'un trachyte plus compacte, plus foncé et rempli de cristaux d'amphibole.

Au cap d'Ail, la roche est plus dure, presque violette ; les blocs qu'elle contient sont plus gros et plus nombreux : quelques-uns rappellent la lave par leur porosité ; l'un d'eux m'a présenté des traces de surfaces dessinant un prisme.

La mer ronge le cap sur tout son pourtour, et forme, sur la place que conquièrent ses vagues, une terrasse qui m'a semblé s'augmenter assez rapidement. Dans un des endroits que la mer ronge le plus, j'ai trouvé un filon, perpendiculaire à la stratification, d'argile volcanique toute imprégnée de quartz opale passant souvent à la résinite et à l'hyalite.

On serait tenté de voir un cratère dans le cirque à grand rayon que dessine le massif calcaire de la Tête de Chien. La paroi de ce massif est verticale, et les couches se relèvent en bourrelets vers l'escarpement en quelques endroits. Mais un examen attentif de cette localité et des gisements trachytiques de l'arrondissement de Grasse fait bien vite abandonner cette idée (v. la planche VI.) Le cratère, s'il y en a un, se retrouverait plutôt dans tout l'ensemble de la formation trachytique (v. p. 13.)

A Biot et à Villeneuve, il n'y a point de traces de cratère, et on n'aperçoit aucun dérangement dans les strates. A Antibes, le trachyte est sorti par une fente dans la roche jurassique, fente dirigée est ouest. De même au cap d'Ail, c'est par la grande faille dont j'ai parlé plus haut, que le trachyte est arrivé au jour. Rencontrant au nord une paroi de rochers, il s'est épanché vers le sud et a formé les strates que je viens de signaler. Son passage sous les calcaires de la Tête de Chien a déterminé une altération de ces couches qui, petit à petit, a amené la chûte des éboulis dont le sol est jonché (v. planche VI).

La faille dont j'ai parlé commence à Antibes, dans le voisinage des terrains cristallins de l'Estérel, disparaît sous la mer devant l'embouchure du Var, et reparaît à Nice. La plus grande dislocation est dans le golfe de Nice et sous le delta du Var. Le plus grand relèvement de la lèvre nord est au mont Agel. Cette faille paraît s'arrêter à Menton.

Sur tout ce parcours, qui a de 45 à 50 kilomètres, une seconde eruption du trachyte semble n'avoir eu pour effet que de relever de 23 mètres la côte de Monaco à Villefranche et même jusqu'à Biot, et d'élargir l'ouverture de la faille au cap d'Ail.

La date récente du soulèvement de la côte de Monaco est démontrée par l'existence de faluns de coquilles vivantes à Monaco sous la gare, à Beaulieu au fond de la baie, et sur la plage de Mala à côté des trachytes.

A la baie de Mala, le trachyte sableux contient de petits galets de porphyre, de granite et de quartzite, dont les surfaces sont parfaitement polies, les angles arrondis et la structure intérieure plus ou moins altérée; le granite tombe en poussière, le porphyre est rubéfié, et le quartzite changé en quartz presque hyalin. Des galets de ces mêmes roches non modifiées se rencontrent, à l'ouest, dans les alluvions du Var, et dans celles de la Siagne qui les enlèvent aux sommets des Alpes et de l'Estérel. Le trachyte n'aurait-t-il pas arraché ceux qu'il contient aux parois de la cheminée par laquelle il s'est épanché?

Ce fait indiquerait la présence sous Nice et Monaco des mêmes couches qui s'élèvent dans les Alpes à 2 ou 3000 mètres, et qui se retrouvent aussi dans les montagnes de l'Estérel.

SILEX NECTIQUES DE LA PLAINE DE LYON

Notes extraites des Annales de la Société des Sciences Industrielles, Lyon 1871.

Les couches superficielles des terrains qui environnent Lyon contiennent en abondance une certaine pierre spongieuse qui a ordinairement la forme d'un galet plus ou moins roulé. Elle se brise au moindre choc et parfois même a si peu de consistance qu'elle s'écrase sous la pression des doigts. On a donné à cette pierre le nom de Silex nectique. La matière minérale qui la compose est une silice amorphe teintée en jaune ou brun par du fer à divers dégrés d'oxidation. Pour arriver au point que nous voyons, cette roche a subi une desagrégation considérable. Composée primitivement de carbonate de chaux et de silice, elle a perdu la première des deux substances, la seconde seule est restée. De son mélange avec le carbonate de chaux, la silice a gardé un état de division extrême entre ses parties : c'est ce qui détermine son peu de consistance et une légèreté si grande que parfois la pierre flotte dans l'eau où on la plonge. Pour s'assurer que ce sont bien là les transformations que la roche a subies, il suffit de casser un de ces galets. On remarque alors dans son intérieur des zones d'altération différentes et souvent au centre un rognon, qui a conservé son aspect primitif et montre une roche tout-à-fait analogue à celles qui abondent dans certaines carrières des environs de Lyon.

Les silex nectiques n'ont pas tous la même apparence, si la plupart annoncent une composition homogène, j'en ai remarqué un certain nombre qui sont zonés et au premier coup d'œil pourraient faire croire qu'ils ne sont pas de la même formation originaire, mais, en considérant que les rognons silecieux de nos carrières offrent les mêmes variétés, on reconnaît que malgré la diversité du facies, il y a probablement unité dans la provenance originelle des silex nectiques comme dans celle des rognons de nos carrières.

Jusqu'à présent on s'est peu occupé de ces silex, on a seulement signalé leur désagrégation, mais je ne crois pas qu'aucun géologue ait déterminé leur provenance originelle ni le mode de transport qu'ils ont subi. La trouvaille que je viens de faire dans l'un d'eux pourra peut-être jeter quelque lumière sur ces points obscurs de notre géologie lyonnaise.

En cassant un silex nectique, j'ai constaté qu'il était rempli de fossiles. Malheureusement l'état imparfait de leur conservation ne m'a pas permis de les déterminer tous avec la précision que j'aurais désirée. Cependant ayant consulté sur ce point le savant M. Dumortier, je crois pouvoir donner la liste suivante :

1° Il y avait deux belemnites de même espèce mais de taille différente, une moyenne et l'autre petite; 2° deux ancylocères ou criocères; 3° une lima; 4° diverses avicules; 5° une ammonite (Parkinsoni probablement) dont il ne restait que l'empreinte. Ces fossiles sont caractéristiques du Ciret comme espèces et surtout comme fossilisation. Le Ciret est une zone de l'étage que d'Orbigny appelle oolite de Bayeux ou Bajocien. Il contient aux environs de Lyon beaucoup de silice et ses fossiles sont souvent silicifiés. La silice y est d'un blanc jaunâtre ou laiteux. Elle est concrétionnée, ce qui est surtout apparent dans la structure des bélemnites. Les bancs du Ciret se trouvent aux environs de Lyon. Dans le Mont-d'Or (Rhône), près de Saint-Quentin (Isère) et dans les versants méridionaux du Jura (Ain).

Le bloc de silex nectique dont je parle était presque au point culminant de la redoute de Vassieux au nord de Lyon à 1200 en avant du fort de Montessuy, dans le fossé, côté de la contrescarpe à $0^{m}60$ centimètres au-dessous de la surface du sol, à la limite inférieure d'un banc d'alluvion que, faute d'autre nom, j'appellerai diluvium à silex nectiques et qui, en cet endroit, repose directement sur le terrain glaciaire le plus franchement accusé.

Ce banc diluvien est fort important dans les environs de Lyon. Ne voulant pas le décrire ici, ce qui serait sortir du cadre que je me suis tracé, je dois cependant constater que partout où je l'ai trouvé, il existe à la partie supérieure du terrain. A la redoute de Vassieux, il est à 264 mètres d'altitude. En face, sur la rive gauche du Rhône, il est à 54 mètres plus bas.

Généralement les galets de silex nectique sont d'un volume assez petit. Celui qui contenait les fossiles dont je parle, m'avait frappé par sa taille. Il mesurait $0^{m},25$ de longueur sur $0^{m},18$ de largeur et d'épaisseur. Je l'ai retiré de sa place stratigraphique, constatant ainsi qu'il n'avait subi aucun déplacement artificiel. Il s'est fragmenté sous ma main : c'est alors que j'ai vu ce qu'il

contenait. En rapprochant les morceaux, il m'a semblé que ce bloc portait, moins que les autres, les traces du chariage par les eaux, que ses angles étaient presque reconnaissables.

Comme il était placé dans les parties basses du diluvium tout près du terrain glaciaire, j'ai dû chercher s'il n'était pas possible de supposer que c'était le glacier et non pas le torrent qui l'avait amené. Après un examen attentif, j'ai constaté que le glacier n'était pour rien dans ce transport, que le bloc était bien dans le diluvium et que le diluvium et le terrain glaciaire ne pouvaient pas se confondre malgré une certaine ressemblance plus apparente que réelle. La principale différence entre les deux formations, c'est que le diluvium est rougeâtre et argileux, le glaciaire est jaune et siliceux. Les fragments des roches empâtés dans les deux bancs ne sont pas de même nature ni de même aspect.

La raison qui porterait à identifier ces deux terrains serait l'hypothèse d'une désagrégation de la partie supérieure du terrain glaciaire par les agents atmosphériques. Cette désagrégation est réelle et se fait sentir très avant dans le sol, mais il est certain qu'elle n'a jamais fait prendre au terrain glaciaire l'aspect diluvien ni changer sa couleur jaune. Si, au point où j'ai trouvé la pierre à fossiles, le doute à la rigueur pouvait être permis, à trois cents mètres de là du côté de l'Est, il ne l'est plus du tout, car sur le revers du plateau près de la ferme de Vassieux, les deux terrains diluvien et glaciaire cessent d'être en contact l'un avec l'autre. Ils s'écartent comme les deux branches d'une mâchoire et recèlent dans l'espace qu'ils circonscrivent ainsi diverses couches de lehm et de cailloutis.

La découverte de fossiles dans les silex nectiques n'est encore aujourd'hui qu'un simple fait isolé dont il n'est pas possible de tirer une induction. Mais si à cette première découverte d'autres viennent se joindre ; or il en viendra pour peu qu'on cherche. On pourra reconnaître à quelles strates Bajociennes ces silex ont été arrachés ; puis, ce point bien établi, se permettre quelques hypothèses sur l'étendue, la force, la direction du phénomène qui a opéré un pareil transport et couvert de ses alluvions nos plateaux ainsi que nos vallées. Nous donnons aux dépôts qui se sont ainsi formés le nom de diluvium, voulant indiquer par là qu'ils sont le résultat d'un déluge. C'est probablement vrai, mais qui d'entre nous sait ce que c'est qu'un déluge? Comme dès notre enfance nous sommes familiarisés avec ce mot, l'événement qu'il représente nous paraît naturel et pourtant rien n'est plus extraordinaire. Le géologue

qui, par la pensée, essaie de se mettre en présence d'un pareil phénomène, ne sait comment s'en rendre compte. Rien n'est capricieux comme les dépôts diluviens, composition minéralogique. facies, distribution géographique, tout paraît irrégulier à notre petitesse humaine et cependant tout doit rentrer dans le cadre d'action des forces régulières de la nature.

Poser ces questions, ce n'est pas les résoudre et je m'arrête, car je n'ai voulu, en parlant de mes silex, qu'appeler l'attention des amis de la géologie sur l'importance qu'ils peuvent avoir, sur les renseignements qu'ils peuvent fournir pour l'éclaircissement de questions intéressantes et jusqu'à présent bien peu étudiées.

Depuis que cette note a été écrite, M. de Fréminville m'a apporté un silex nectique qu'il vient de trouver à Charvieux, (Isère, vallée du Rhône, à 23 kilomètres, N. E. de Lyon). Ce silex contient trois échantillons de spatangues. Trop altérés pour être nommés avec plus de précision, ils sont cependant assez caractérisés pour que j'ose affirmer qu'ils appartiennent à la faune néocomienne. Le bloc qui les contient est très-roulé. D'après sa position stratigraphique voici ce que je conclus :

1° Les fossiles étant néocomiens, il faut chercher le gisement originel de la roche ailleurs que pour le silex nectique de Vassieux; 2° le bloc étant très-roulé doit venir de loin. Le néocomien de Belley, dont les dénudations sont très-considérables, pourrait bien l'avoir fourni? Charvieux se trouve en effet dans le bassin où auraient couru de grandes eaux venant de ces régions ; 3° si, vu son état d'usure, le galet de Charvieux vient de loin, celui de Vassieux doit venir de près, car il est peu altéré sur ses angles. Le Mont-d'Or lyonnais doit l'avoir fourni.

Je ne me dissimule pas que ces hypothèses n'éclaircissent pas la question du diluvium. En présence des obscurités dont elle est entourée, il faut savoir attendre et tâtonner.

Je suis heureux de joindre la mention de la découverte de Monsieur de Fréminville à celle que j'ai faite moi-même. Le rapprochement de leurs dates prouve que pour trouver beaucoup en cet ordre de choses il ne faudrait peut-être que bien peu de temps.

Pag.	Ligne	ERRATA	CORRIGE
13	1	en quelques autres	*et en.*
id.	34	et de la	*et du.*
18	38	la coupe	*la coupe IX.*
19	27	mètres carrés	*mètres cubes.*
29	1	M. Massé	*M. Macé.*
32	1	Colle	*Colle côté sud.*
id.	17	30 mètres	*23 mètres.*
33	21	est un nombre	*est en partie un nombre.*
40	2	et de celui	*avec celui.*
41	37	choses que	*choses qui.*
42	9	vitesse très grande	*vitesse trop grande.*
45	38	Var	*Var diluvien.*
50	27	quelle qu'ait été	*quels qu'aient été.*
52	30	différences de 100 et 200	*différences de 10 et 20.*
52	34	facile è indiquer	*facile à indiquer longtemps après.*
71	16	Ventimille	*Ventimille en dehors du golfe de Nice.*
72	3	qui est à mes yeux le	*qui est le.*
80	38	0,7	*0,07.*
96	36	alignée	*alignés.*
97	25	280	*286.*

EXPLICATION

de quelques expressions géologiques employées dans cet ouvrage.

Granite. — *Protogyne.* — *Gneiss.* — Roches composées d'éléments plus ou moins variés et cristallisés qui sont considérées comme caractéristiques des plus anciens âges de la terre.

Porphyre. — Roche se rapprochant des précédentes par sa composition et son âge, mais affectant les allures des roches d'éruption.

Calcaire. — Roche dont la principale base est le carbonate de chaux.

Calcaire cristallin, subcristallin. — Dont la cristallisation est plus ou moins apparente.

Calcaire glauconieux. — Mêlé de glauconie ou silicate de fer, etc., de couleur verte.

Dolomie. — Roche composée de magnésie et de carbonate de chaux.

Dolomifier. — Produire de la dolomie. Effet chimique plus ou moins inconnu. Dans le comté de Nice on doit croire qu'il a été déterminé par la présence des roches volcaniques qui se montrent en quelques endroits sous les roches calcaires.

Métamorphisme. — Changement chimique opéré dans une roche affectant sa nature minérale et son aspect.

Conglomérat. — *Poudingue.* — Roches composées de fragments roulés et agglutinés par un ciment ordinairement calcaire.

Brêche. — La même dont les fragments ne sont pas roulés mais anguleux, constitue certains marbres, existe le plus souvent au pied des pentes et dans les fentes des rochers.

Strates et stratification. — Couches diverses dans les terrains.

Sédiments et roches sédimentaires. — Roches déposées par les eaux qui contenaient les matières en dissolution et souvent laissent voir les couches successives de leur formation.

Trachyte. — Roche éruptive plus ancienne que les laves et les basaltes, et en différant légèrement comme composition et allures.

Terrain de Trias. — Terrain ancien de la période secondaire. Celui qui a précédé la formation du terrain jurassique, et comprend plusieurs étages: ainsi appelé des trois couches qui ordinairement le constituent: argiles, calcaires et grés.

Terrain jurassique. — De la période qui vient après le Trias. Est surtout bien caractérisé dans la chaîne du Jura d'où il tire son nom, comprend plusieurs étages.

Terrain crétacée. — De la période qui suit la Jurassique et renferme les formations de la craie proprement dite comprend plusieurs étages.

Terrain nummulitique. — De la fin de la période crétacée ou du commencement de celle dite tertiaire, selon les auteurs. Ainsi appelé d'un petit fossile rond et plus ou moins plat, ressemblant souvent à une pièce de monnaie d'où le nom de nummulite (*nummus,* pièce de monnaie).

Terrain tertiaire. — Une ensemble de couches formées entre la série de celles dites crétacées et celles du temps présent. Mon travail comprend une période qui les embrasse toutes (voir p. 33 à 35). Le terrain tertiaire se divise en trois couches qui sont les suivantes représentant autant de périodes.

Terrain éocène. — Le premier étage des terrains tertiaires se confond quelquefois avec le terrain nummulitique. Dans le comté de Nice il paraît devoir rentrer dans la série des terrains crétacées.

Terrain miocène ou falunien. — Le second étage du terrain tertiaire.

Terrain pliocène ou subapennin. — Le troisième du terrain tertiaire.

Terrain quaternaire. — Série de terrains mal définis qu'on croit reconnaître entre le pliocène et le terrain récent. Comprend le terrain glaciaire et diluvien.

Terrain glaciaire ou erratique. — Terrain transporté par les glaces de la période glaciaire.

Lehm. — Terrain glaciaire et diluvien dont-il est longuement parlé dans ce travail composé de silice et d'argile a reçu ce nom dans la vallée du Rhône ou il a été étudié pour la première fois.

Terrain récent ou actuel. — Celui qui se forme sous yeux — éboulis, alluvions des rivières, etc.

Soulèvements. — La croûte du globe s'est partiellement soulevée et affaissée.

Dislocation. — Soulèvement ou affaissement brisant la croûte terrestres. Se fait quelquefois par précision latérale.

Ligne de cassure. — Ligne selon laquelle se fait une dislocation.

Faille. — Cassure dans laquelle un des côtés se relève et l'autre s'affaisse.

Fossiles. — Débris de matière organique végétale ou animale conservée dans les couches terrestres. Les matières organiques sont remplacées par de la matière minérale. Carbonate de chaux, silice, ou matière ferrugineuse.

Cidaris. — Espèce d'oursin.

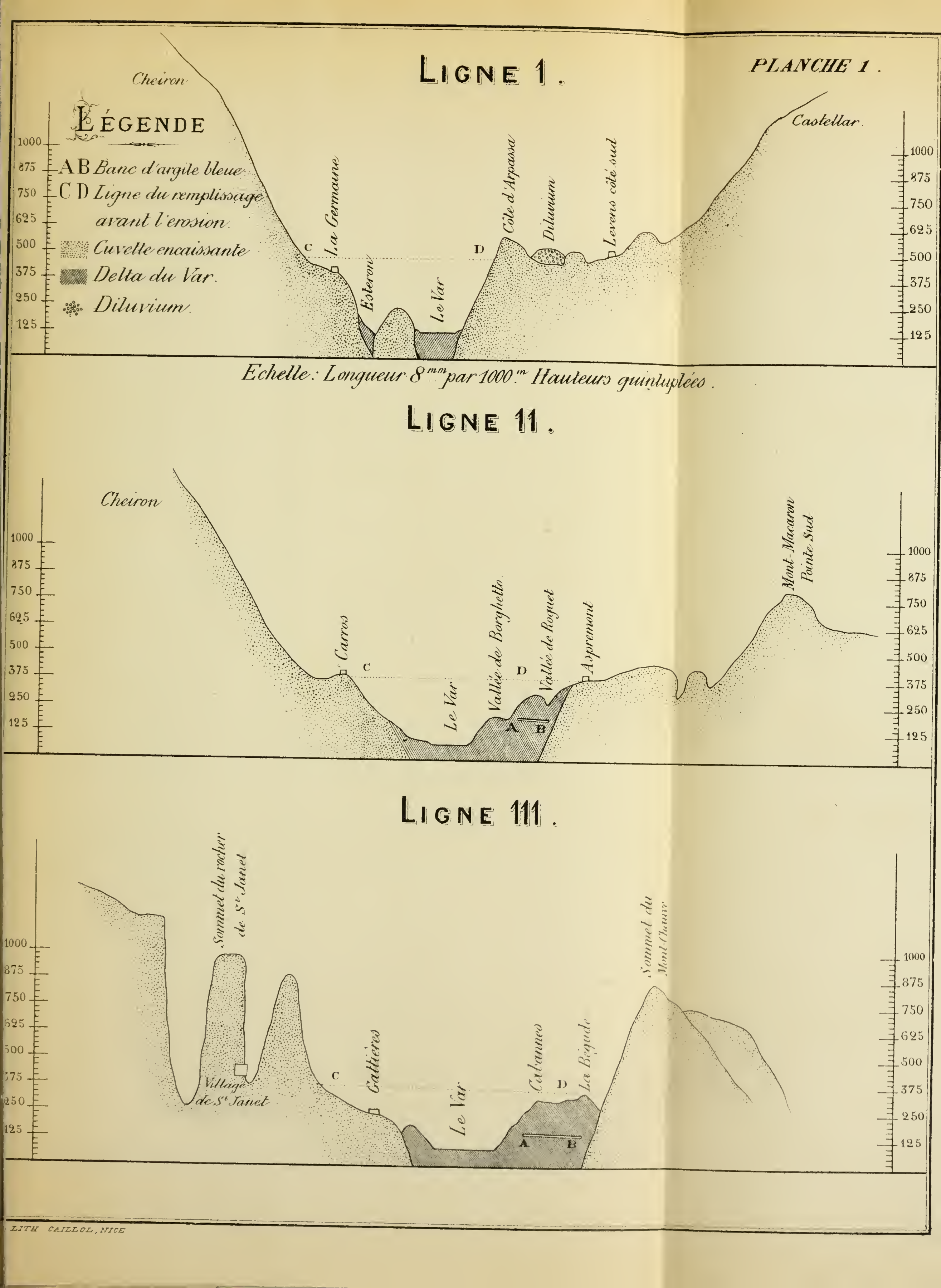
Limonite. — Péroxyde de fer, hydraté ordinairement noir, parfois jaune mêlé à de l'argile.

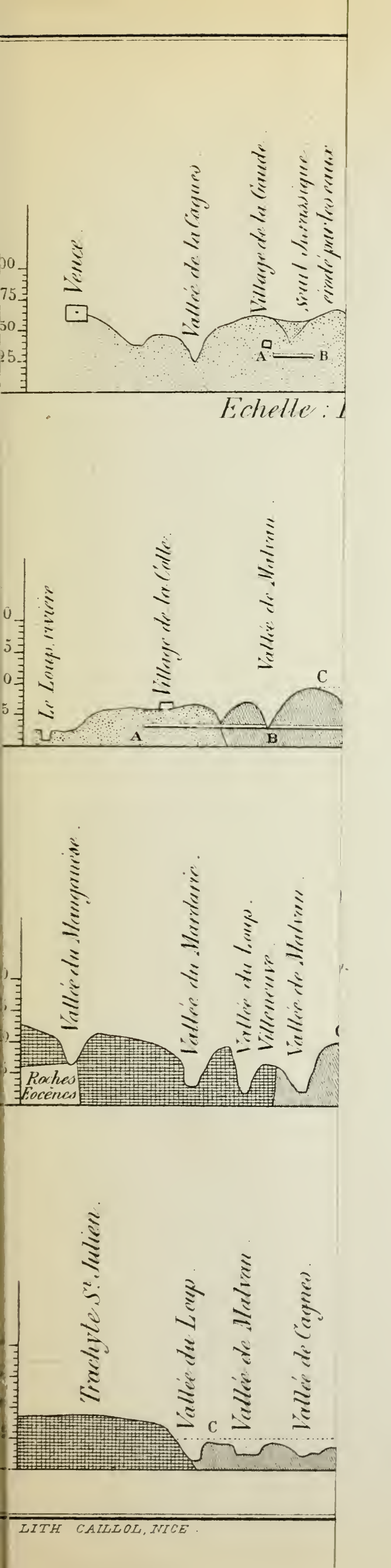
Jayet. — Bois fossile ayant déjà subi un commencement de carbonisation.

Lignite. — Masse de végétaux fossiles en voie de formation charboneuse appartenant à des étages beaucoup plus récents que la houille.

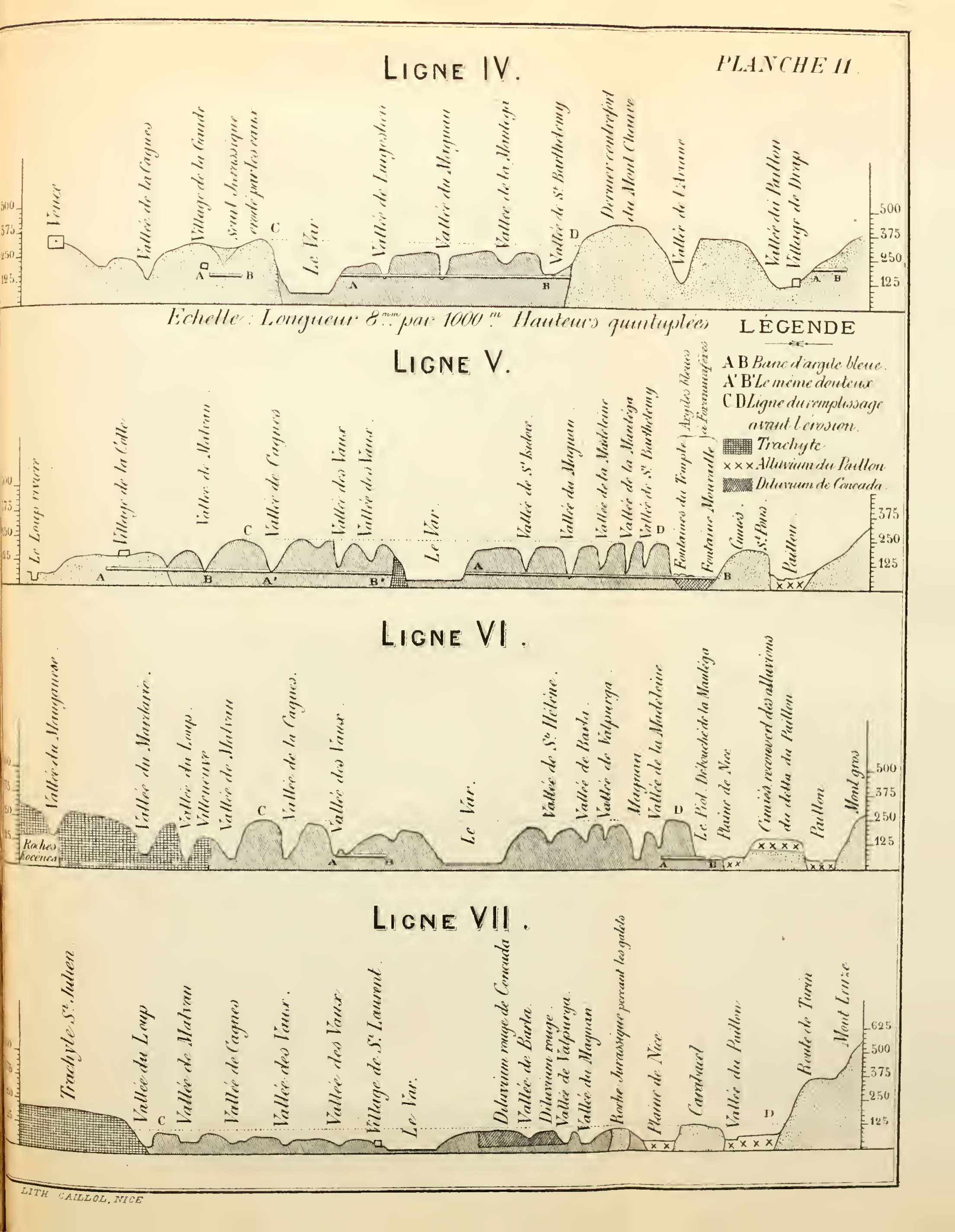
TABLE ANALYTIQUE.

Conclusion.


LIGNE I.
PLANCHE I.
Cheiron
Castellar
LÉGENDE
AB Banc d'argile bleue
CD Ligne du remplissage avant l'erosion
Cuvette encaissante
Delta du Var
Diluvium
1000
875
750
625
500
375
250
125
La Germaine
Esteron
Le Var
Côte d'Arpasa
Diluvium
Levens côté sud
C
D
Echelle: Longueur 8mm par 1000m Hauteurs quintuplées.
LIGNE II.
Cheiron
Carros
Le Var
Vallée de Borghetto
Vallée de Roguet
Aspremont
Mont-Macaron Pointe Sud
A
B
LIGNE III.
Sommet du rocher de St Janet
Village de St Janet
Gattières
Le Var
Cabannes
La Bégude
Sommet du Mont-Chauve
LITH CAILLOL, NICE



Vence
Vallée de la Cagne
Village de la Gaude
seuil Jurassique
évidé par les eaux
A
B
Echelle :
Le Loup, rivier
Village de la Colle
Vallée de Malvan
A
B
C
Vallée du Loup
Villeneuve
Vallée de Malvan
Roches Eocenes
Trachyte St. Julien
Vallée du Loup
Vallée de Malvan
Vallée de Cagnes
C
LITH CAILLOL, NICE



LIGNE IV.
PLANCHE II.
Echelle: Longueur 8mm par 1000m Hauteurs quintuplées
LÉGENDE
A B Banc d'argile bleue.
A' B' Le même douteux.
C D Ligne du remplissage avant l'érosion.
Trachyte.
××× Alluvium du Paillon.
Diluvium de Concada.
LIGNE V.
LIGNE VI.
LIGNE VII.
Le Var
LITH. CAILLOL, NICE

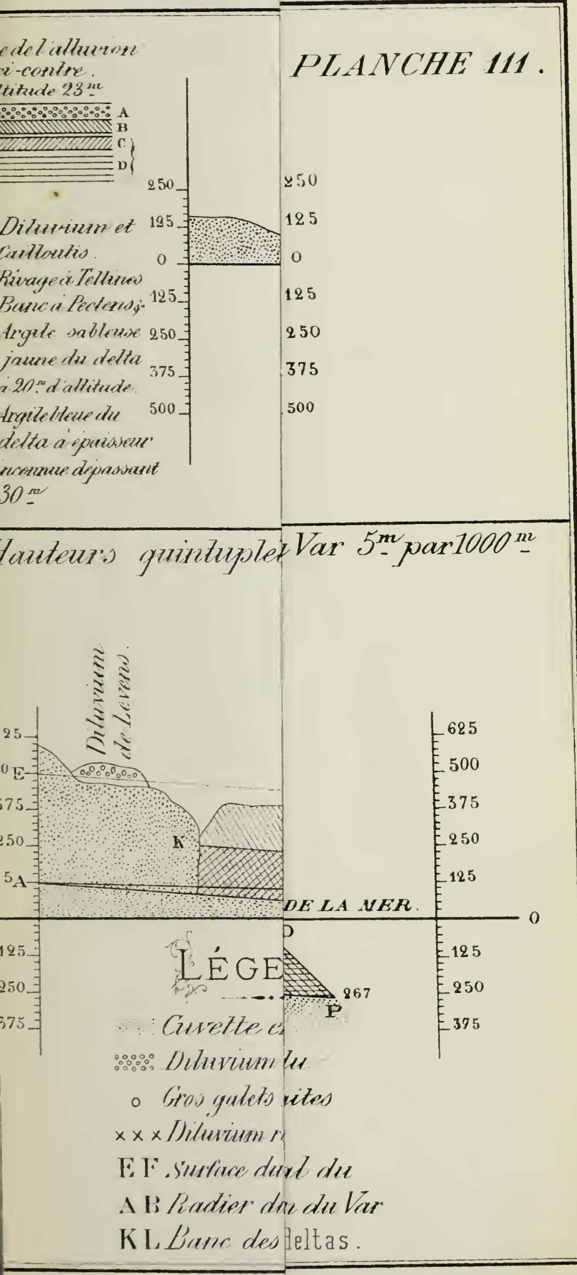
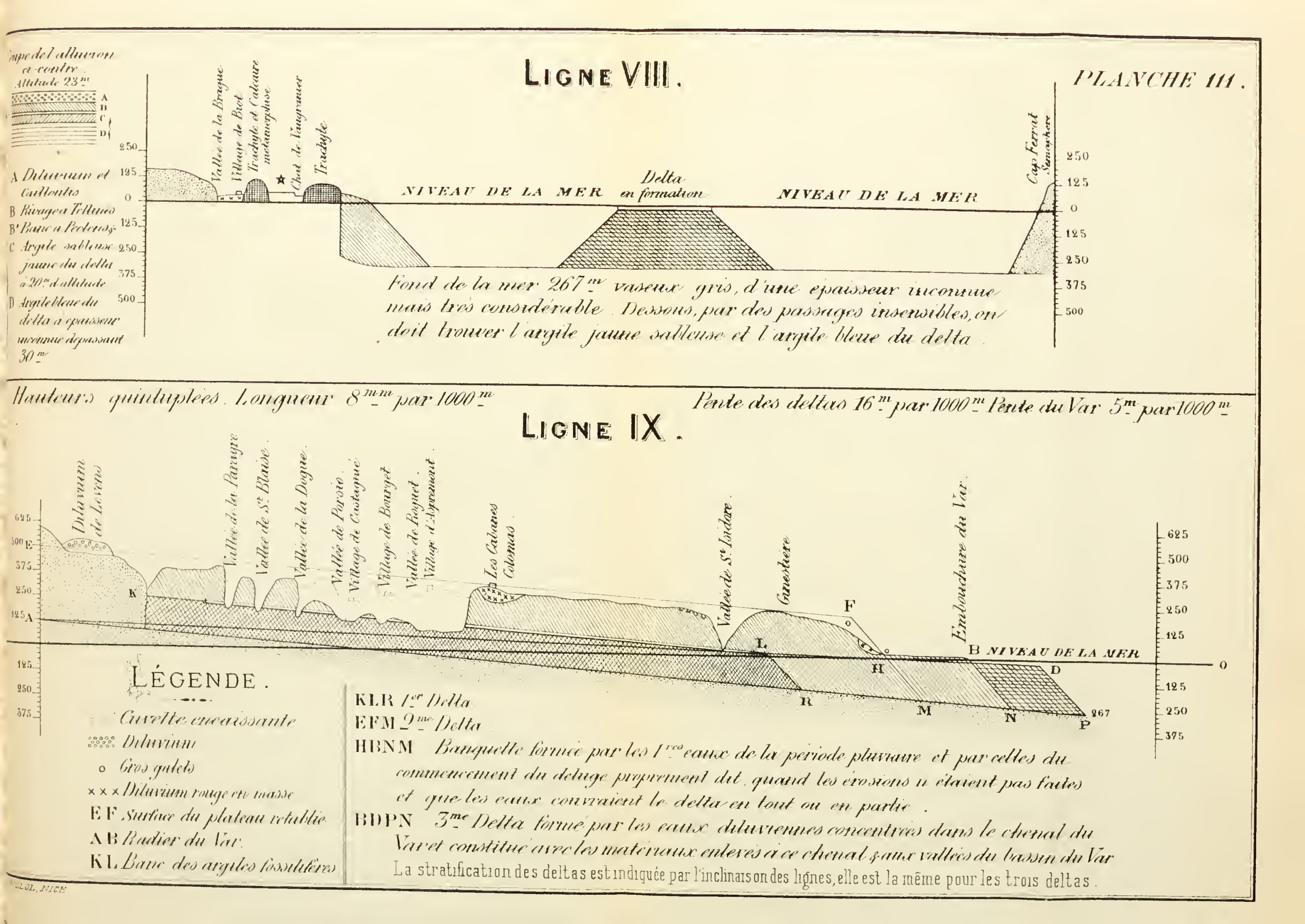


PLANCHE 111.
e de l'alluvion
ci-contre.
ltitude 23m.
A
B
C
D
Diluvium et
Cailloutis.
Rivage à Tellines
Banc à Pectens &
Argile sableuse
jaune du delta
à 20m d'altitude.
Argile bleue du
delta à épaisseur
inconnue dépassant
30m.
250
125
0
125
250
375
500
Hauteurs quintuplées
Var 5m par 1000m.
Diluvium
de Levens.
E
A
K
D
P
267
DE LA MER.
625
500
375
250
125
0
125
250
375
LÉGE
Cuvette
Diluvium
Gros galets
× × × Diluvium
E F Surface du
A B Radier du Var
K L Banc des deltas.
OL, NICE


PLANCHE III.
LIGNE VIII.
Coupe de l'alluvion ci-contre. Altitude 23m
A Diluvium et Cailloutis
B Rivage à Tellines
B' Banc à Pectens
C Argile sableuse jaune du delta à 20m d'altitude
D Argile bleue du delta à épaisseur inconnue dépassant 30m
Vallée de la Brague
Village de Biot
Trachyte et Calcaire métamorphisé
Chât de Vaugrenier
Trachyte
Delta en formation
NIVEAU DE LA MER
NIVEAU DE LA MER
Cap Ferrat
Sémaphore
Fond de la mer 267m vaseux gris, d'une épaisseur inconnue mais très considérable. Dessous, par des passages insensibles, on doit trouver l'argile jaune sableuse et l'argile bleue du delta.
Hauteurs quintuplées. Longueur 8mm par 1000m
Pente des deltas 16m par 1000m Pente du Var 5m par 1000m
LIGNE IX.
Diluvium de Levens
Vallée de la Parrige
Vallée de St Blaise
Vallée de la Dogue
Vallée de Porsio
Village de Castagne
Village de Bourget
Vallée de Roguet
Village d'Aspremont
Les Cabanes Colomas
Vallée de St Isidore
Ganestière
Embouchure du Var
B NIVEAU DE LA MER
LÉGENDE.
Cuvette encaissante
Diluvium
Gros galets
× × × Diluvium rouge en masse
E F Surface du plateau rétablie
A B Radier du Var
K L Banc des argiles fossilifères
KLR 1er Delta
EFM 2me Delta
HBNM Banquette formée par les 1res eaux de la période pluviaire et par celles du commencement du déluge proprement dit, quand les érosions n'étaient pas faites et que les eaux couvraient le delta en tout ou en partie.
BDPN 3me Delta formé par les eaux diluviennes concentrées dans le chenal du Var et constitué avec les matériaux enlevés à ce chenal & aux vallées du bassin du Var
La stratification des deltas est indiquée par l'inclinaison des lignes, elle est la même pour les trois deltas.
LITH. ...OL, NICE

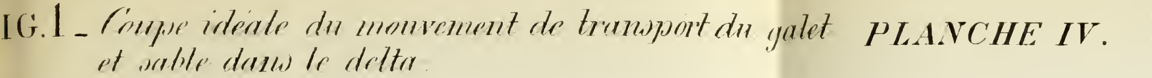
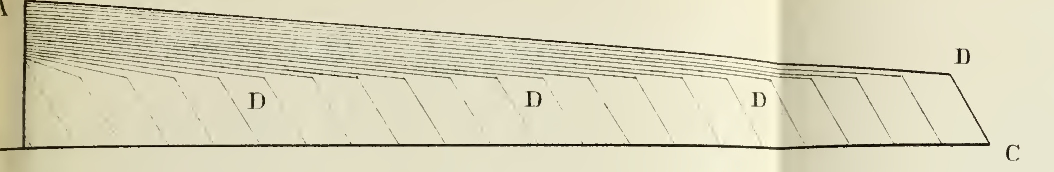


PLANCHE IV.

IG. 1 _ *Coupe idéale du mouvement de transport du galet et sable dans le delta.*



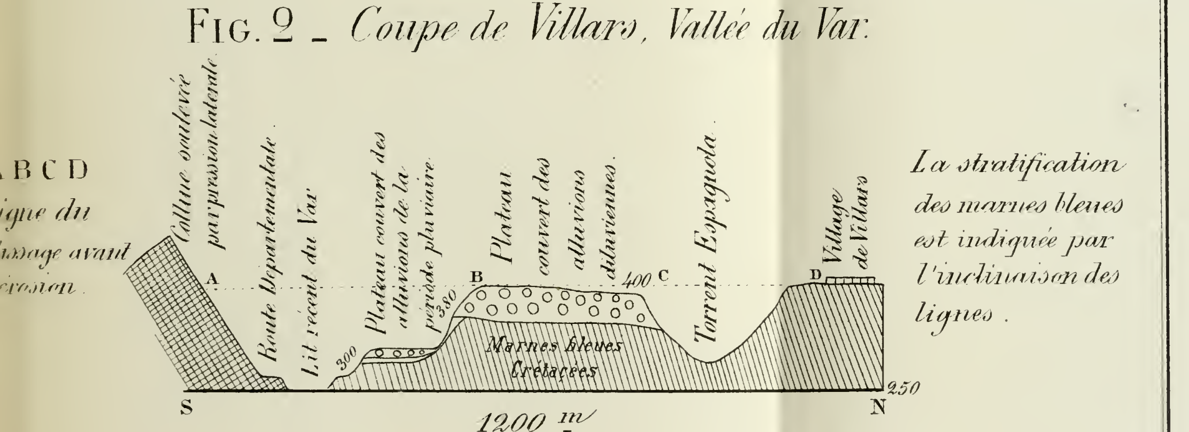
_ *Point d'émission sommet du delta.*

_ *Ligne du fond.*

_ *Angle que fait le galet en quittant le plateau et en tombant où il doit rester fixé.*

)_ *Lignes suivant lesquelles se meut le galet sur le plateau quand il va du point d'arrivée sur le delta au point où il s'engloutit dans le fond de la mer.*

FIG. 2 _ *Coupe de Villars, Vallée du Var.*



. B C D *Ligne du passage avant érosion.*

La stratification des marnes bleues est indiquée par l'inclinaison des lignes.

FIG. 3 _ *Coupe des dégradations et concentrations du lit du Var à diverses époques, prise à l'aval de St Roman*

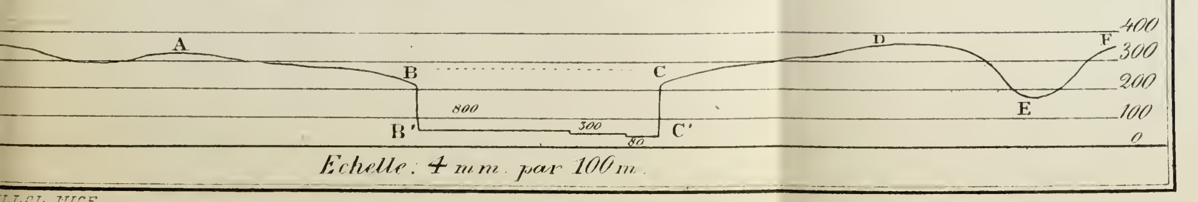
80m _ Etat du lit en eaux ordinaires actuelles

300m _ id en crues id id

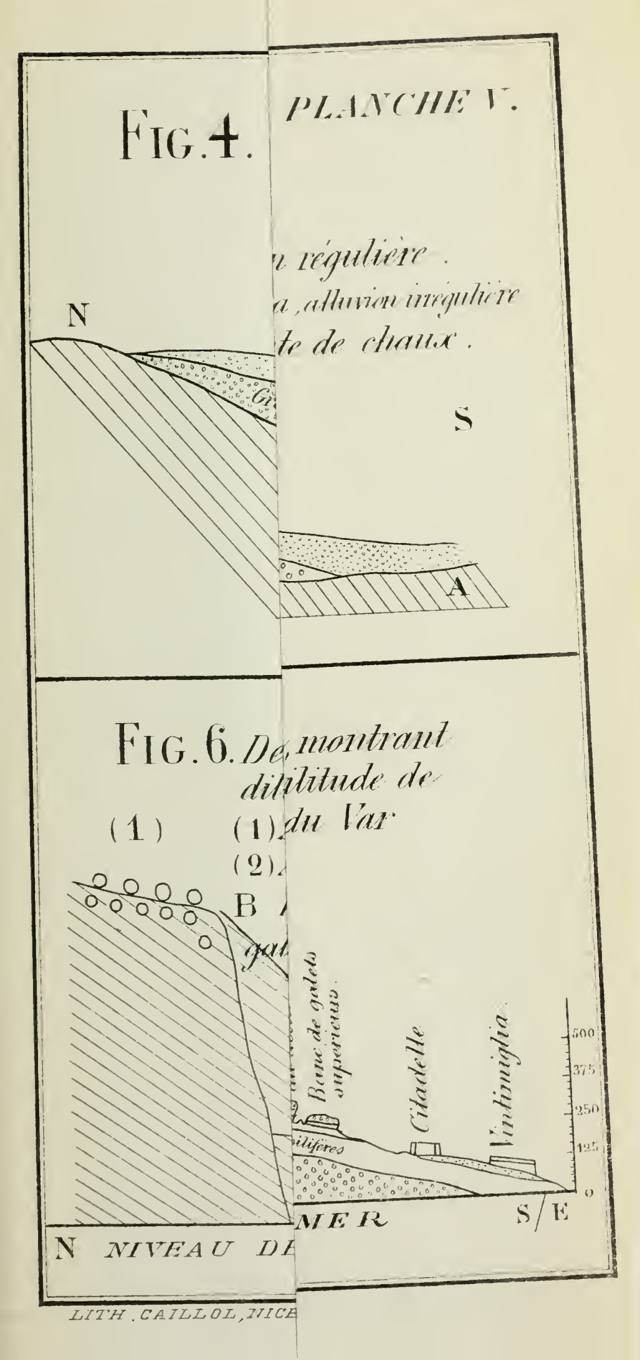
800m _ Section du chenal que les eaux pluviaires et diluviennes ont ouvert dans le massif du delta.

A B C D _ *Section du lit contenant ces mêmes eaux avant leur concentration dans le chenal.* B B' C' C

D E F _ *Petit ravin creusé à l'époque ci-dessus qui a cessé de se creuser quand les eaux se sont concentrées dans le grand chenal*



LLCL NICE


PLANCHE V.
FIG. 4.
n régulière.
a, alluvion irrégulière
te de chaux.
N
S
A
FIG. 6. De montrant
di titude de
du Var
(1)
(1)
(2)
B
Banc de galets supérieurs
Citadelle
Vintimiglia
500
375
250
125
0
MER
S/E
N NIVEAU DE
LITH. CAILLOL, NICE

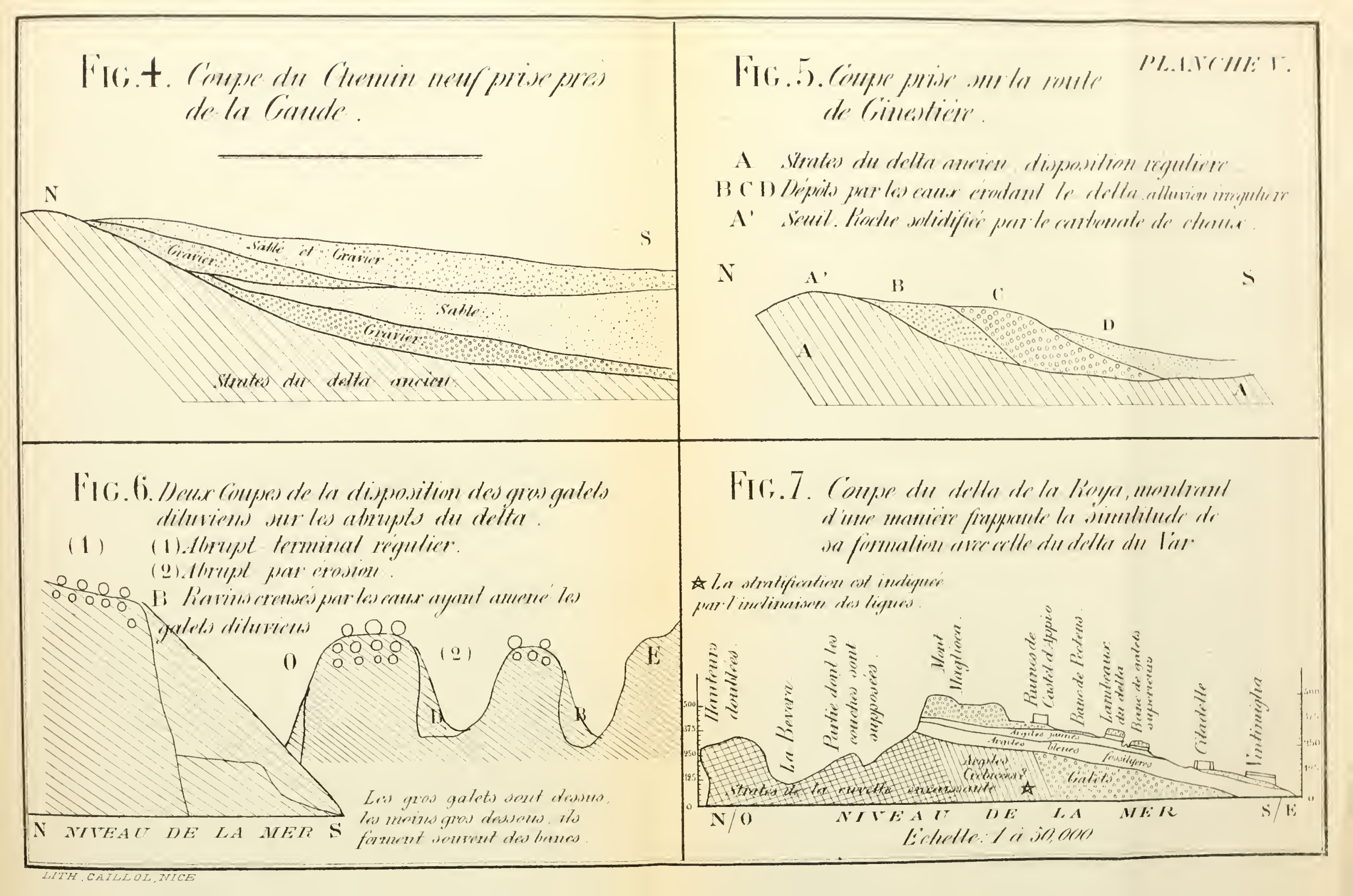


PLANCHE V.
FIG. 4. Coupe du Chemin neuf prise près de la Gaude.
N
S
Sable et Gravier
Gravier
Sable
Gravier
Strates du delta ancien
FIG. 5. Coupe prise sur la route de Ginestière.
A Strates du delta ancien disposition régulière
B C D Dépôts par les eaux érodant le delta alluvion irrégulière
A' Seuil. Roche solidifiée par le carbonate de chaux.
N
A'
B
C
D
S
A
A
FIG. 6. Deux Coupes de la disposition des gros galets diluviens sur les abrupts du delta.
(1)
(1) Abrupt terminal régulier.
(2) Abrupt par érosion.
B Ravins creusés par les eaux ayant amené les galets diluviens
O
(2)
E
B
B
N NIVEAU DE LA MER S
Les gros galets sont dessus, les moins gros dessous, ils forment souvent des bancs.
FIG. 7. Coupe du delta de la Roya, montrant d'une manière frappante la similitude de sa formation avec celle du delta du Var
☆ La stratification est indiquée par l'inclinaison des lignes.
Hauteurs doublées
La Bevera
Partie dont les couches sont supposées
Mont Maglioca
Ruines de Castil d'Appio
Banc de Peclens
Lambeaux du delta
Banc de galets supérieurs
Citadelle
Vintimiglia
Argiles jaunes
Argiles bleues
fossilifères
Galets
Strates de la cuvette encaissante
500
375
250
125
0
N/O NIVEAU DE LA MER S/E
Echelle: 1 à 50,000
LITH. CAILLOL, NICE

...s Coupes ont été d...

Fig. 8 _ Pl...

0

Gabet

P. Mala...

Fig. 9 _ Coupe d...

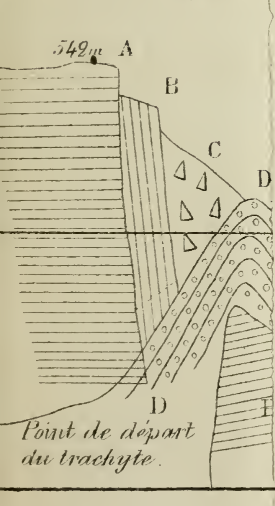


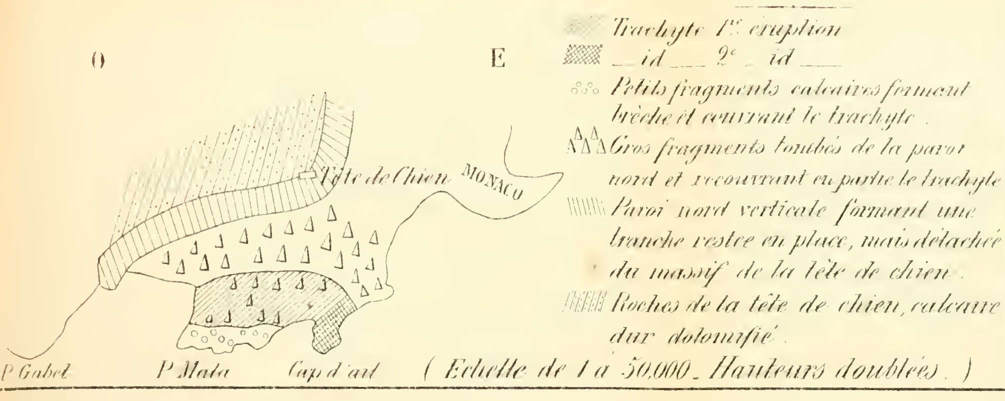
Fig. 10 _ Coupe p...
la poi...

TUNNEL

H. CAILLOL, NICE

Ces Coupes ont été données dans le Bulletin de la Société Géologique de France, 1872

FIG 8 _ *Plan par terre du trachyte du Cap d'ail* _ PLANCHE VI.



LÉGENDE

Trachyte 1re éruption

_ id _ 2e _ id _

Petits fragments calcaires formant brèche et couvrant le trachyte.

Gros fragments tombés de la paroi nord et recouvrant en partie le trachyte

Paroi nord verticale formant une tranche restée en place, mais détachée du massif de la tête de chien.

Roches de la tête de chien, calcaire dur dolomifié.

(Echelle de 1 à 50,000 _ Hauteurs doublées.)

FIG. 9 _ *Coupe de la Fig N° 8.*

N S 549m A B C D C E F E D D H

NIVEAU DE LA MER

Point de départ du trachyte.

LÉGENDE

A *Tête de Chien*

B *Rocher détaché de la tête de chien formant plaque restée contre la paroi nord.*

C *Eboulis de gros blocs détachés de la paroi nord décomposés dans la partie inférieure.*

D *Trachyte entre les éboulis.*

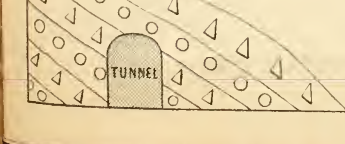
E *_ id _ du Cap d'ail.*

F *Terrasse en avant se projetant dans la mer.*

La partie au dessous du niveau de la mer est idéale, elle explique comment le trachyte s'est glissé dans la faille dessinant la côte _ Le trachyte du Cap d'ail est plaqué contre le premier.

H *Lèvre sud de la faille supposée en calcaire comme la lèvre A*

FIG. 10 _ *Coupe prise à l'entrée du tunnel du chemin de fer vers la pointe de Mala.*

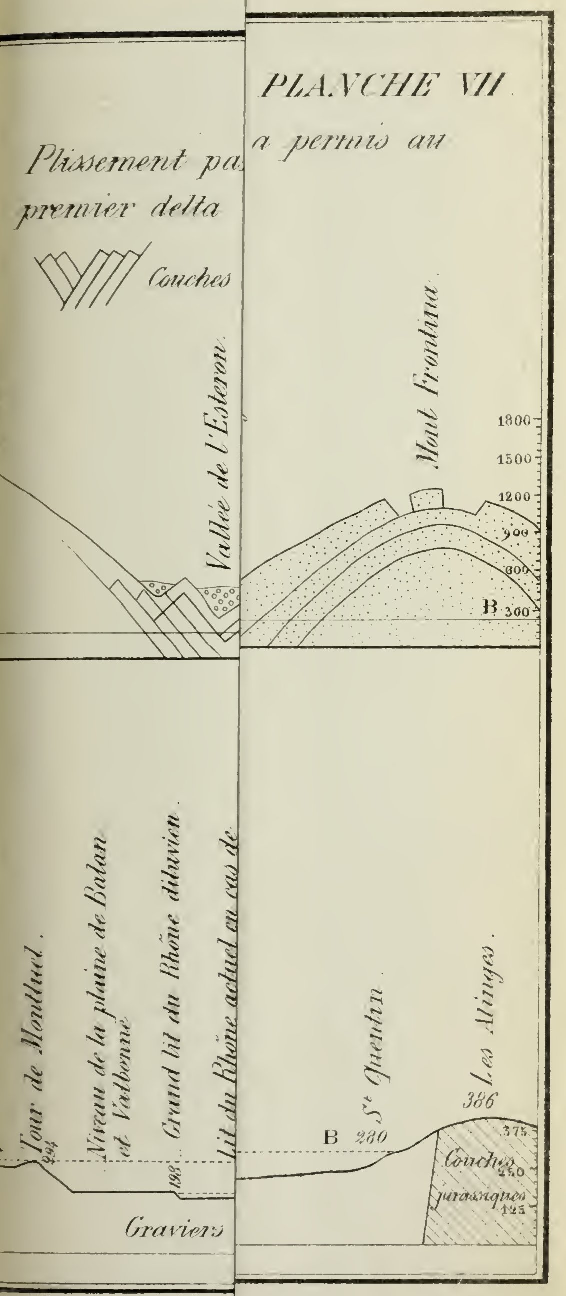


LÉGENDE

ΔΔ *Brèche calcaire plus ou moins décomposée.*

○○ *Trachyte plus ou moins décomposé.*

LITH. CAILLOL NICE



H CAILLOL, NICE

FIG. 11 _ Coupes idéales du Bassin du Var.

PLANCHE VII

Plissement par pression latérale et remplissage des vallées avec 250 mètres d'immersion de la Contrée, ce qui a permis au premier delta de se former.

Couches calcaires pour la plupart Eocènes

A B Ligne de l'immersion

Remplissage des Vallées,

terrain triasique et plus ancien

Cheiron

Vallée de l'Esteron

Vallée de la Vésubie

Col entre les monts Brune et Boubel

Vallée du Var

Mont Gourdan

Vallée du Var à Puget-Théniers

Les mêmes couches repliées jusqu'à neuf fois

Vallée de Puget-Rostan

Village de la Croix

Vallée de St. Sébastien

Usine lavage de minerais de cuivre

Mont Frontinu

1800 1500 1200 900 600 300

A B

NIVEAU DE LA MER

NIVEAU DE LA MER

FIG. 12 _ Lit diluvien du Rhône, amont de Lyon.

A B _ Remplissage de la plaine

Plateau Bressan

Tour de Montluel

Niveau de la plaine de Balan et Vaux-en-Velin

Grand lit du Rhône diluvien

Lit du Rhône actuel en cas de grandes eaux (la ligne horizontale pointillée indique l'érosion faite depuis la diminution du volume des eaux)

Lit du Rhône

Village de Jons sur conglomérats

Plaine érodée par les eaux diluviennes avant la concentration dans le lit

Janeyriat

Route

Ruines de Malatrais

Ruines de Malatrais

Plaine érodée par les eaux diluviennes

Colombier

Bonces haut

Bonces bas

Plaine érodée par les eaux diluviennes

St Quentin

Les Alinges

375 250 125

A 294 198 180 174 232 204 230 240 286 B

A 286 226 295 220 B 280 386

Graviers

Graviers

14,000 mètres

Graviers

Graviers

13,000 mètres

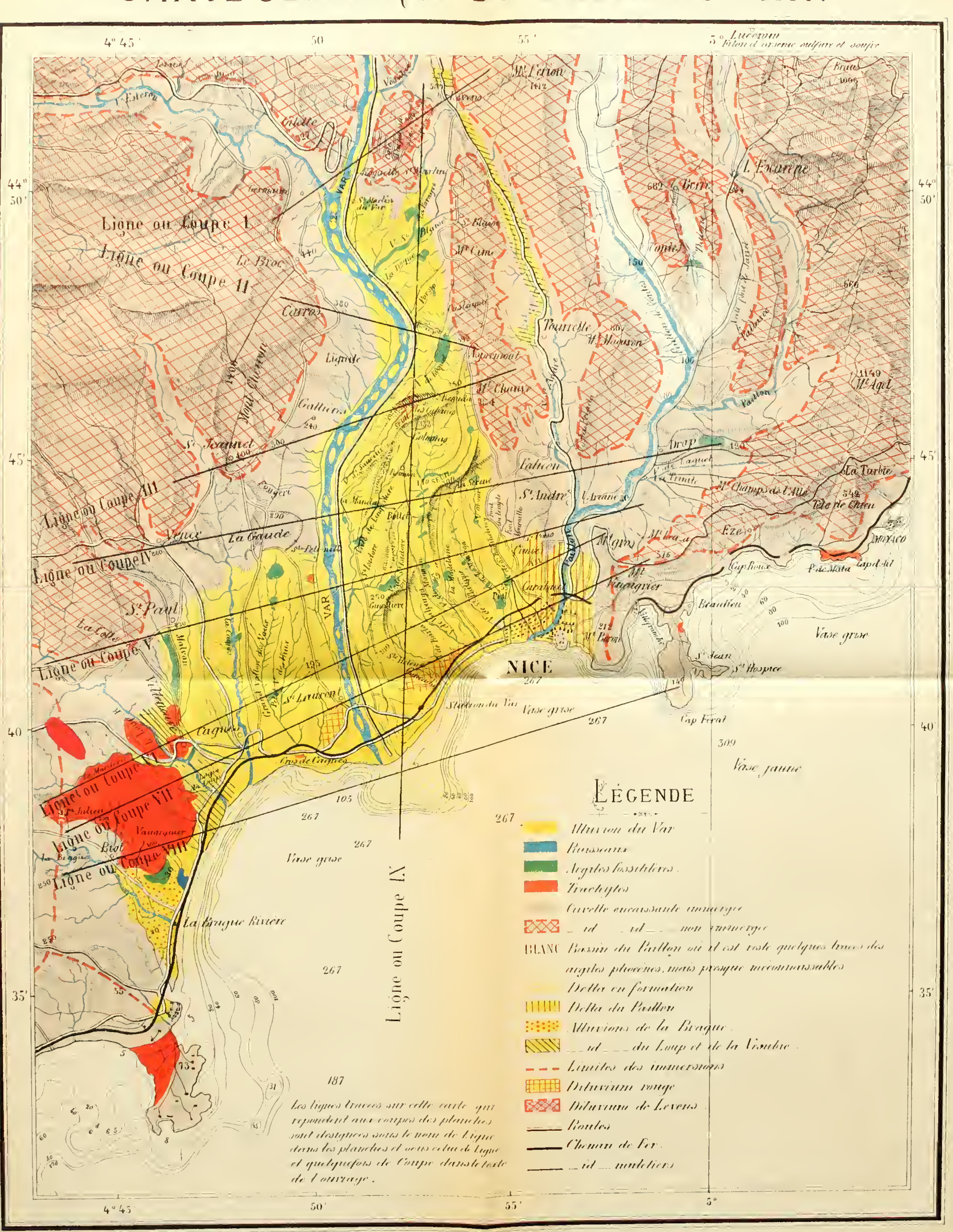
Couches jurassiques

NIVEAU DE LA MER

NIVEAU DE LA MER

LITH. CAILLOL, NICE

Carte Géologique du Delta du Var.



LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS.

BEAUMONT (Elie de). — Leçons de géologie pratique, Paris, 1845-1869, 2 vol. in-8° avec 13 pl. 14 fr.

DESHAYES (G. P.). — Description des Animaux sans vertèbres, découverts dans le bassin de Paris, pour servir de supplément à la Description des coquilles fossiles des environs de Paris, comprenant une revue générale de toutes les espèces actuellement connues. Ouvrage complet, 1857-1865, 3 vol. in-4° de texte et 2 vol. d'atlas, comprenant 196 pl. lith. 250 fr.

HUXLEY. — La place de l'homme dans la nature, par Th. Huxley, membre de la Société Royale de Londres, traduit, annoté, précédé d'une introduction, et suivi d'un compte-rendu des travaux anthropologiques du Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, par Eug. Dally. Paris, 1868, 1 vol. in-8° avec 68 fig. 7 fr.

HAMY. — Précis de Paléontologie humaine, in-8° de 372 p. avec 114 fig. 7 fr.

LYELL. — L'ancienneté de l'homme, prouvée par la géologie, et remarques sur les théories relatives à l'origine des espèces par variation, par sir Charles Lyell, membre de la Société Royale de Londres, traduit par M. Chaper. *Deuxième édition*, revue, corrigée et augmentée d'un Précis de paléontologie humaine, par E. Hamy. Paris, 1870, in-8° de XVI-960 pages, 182 avec figures. 16 fr.

QUATREFAGES et HAMY. — Les crânes des races humaines, décrits et figurés d'après les collections du *Museum* d'histoire naturelle de Paris, de la Société d'Anthropologie de Paris, et les principales collections de la France et de l'étranger. Ouvrage accompagné de 100 planches lithographiées d'après nature et illustré de nombreuses figures intercalées dans le texte. Un volume in-4° de 500 pages de texte avec atlas de 100 planches, publié en 10 livraisons chacune de cinq à six feuilles de texte et de 10 planches. — Prix de chaque livraison . . . . 14 fr.

RIVIÈRE. — Découverte d'un squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes des Baoussé-Roussé dites Grottes de Menton. Paris 1873, in-4° avec deux photographies. 8 fr.

SCHIMPER. — Traité de Paléontologie végétale, ou la flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel, par W. P. Schimper, professeur de géologie à la Faculté des sciences et directeur du Musée d'histoire naturelle de Strasbourg. Paris, 1869-1873, 3 vol. grand in-8°, avec atlas de 110 pl. in-folio. 140 fr.
Les tomes I et II, 2 vol. in-8° de 900 pages chacun, avec atlas de 90 pl. 100 fr.
Le tome III, complément de l'ouvrage, avec tables, bibliographie et atlas de 30 pl., paraîtra fin juillet 1873. 40 fr.

SERRES (E.). — Anatomie comparée transcendante, principes d'embryogénie, de zoogénie et de tératogénie. Paris, 1859, 1 vol. in-4° de 942 p., avec 26 pl. 16 fr.

Société géologique de France (Mémoires de la), 2e série, tomes I, II et III, publiés chacun en deux parties, grand in-4° avec cartes, coupes et planches de fossiles, 1840-1850, les 3 vol. (90 fr.). 36 fr.
Cette série contient d'importants travaux de MM. Rozet, Pila, Thorent, Cornuel, Viquesnel, Studer, Leymerie, d'Archiac, Samuel Peace, Pratt, Raulin, Delbos, J. Marcou, Coué, Saint-Ange de Boissy, Coquand, Rouault.




BOUND BY